

Л.А.ДЕВОЧКИН

ШАМПИНЬОНЫ



Л.А.ДЕВОЧКИН

ШАМПИНЬОНЫ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ
И ДОПОЛНЕННОЕ



МОСКВА ВО «АГРОПРОМИЗДАТ» 1989

ББК 42.349

Д25

УДК 635.82

Девочкин Л. А.

Д25 Шампиньоны. — 2-е изд., перераб. и доп. —
М.: Агропромиздат, 1989. — 175 с.: ил.
ISBN 5—10—000598—X

Во втором издании книги (1-е вышло в 1975 г.) освещены вопросы биологии роста и развития шампиньона, борьбы с вредителями и болезнями этой культуры. Рассказано о требованиях к культивационным сооружениям, приготовлении субстрата и покровного материала, технологии выращивания грибов. Особое внимание уделено механизации технологических процессов. Рассмотрена организация производства шампиньонов в подсобных хозяйствах промышленных предприятий.

Книга предназначена для агрономов-овощеводов, руководителей хозяйств.

Д $\frac{3704030700-044}{035(01)-89}$ КБ—56—26—87

ББК 42.349

ISBN 5—10—000598—X

© Издательство «Колос», 1975
© ВО «Агропромиздат», 1989,
с изменениями

ПРЕДИСЛОВИЕ

Потребление грибов как продукта питания имеет многовековую историю, а за последние 3—4 столетия отдельные виды съедобных грибов стали выращивать в искусственных условиях. Среди культивируемых видов съедобных грибов наиболее широкое распространение получил шампиньон, который сейчас выращивают во многих странах всех континентов земного шара. В общем объеме мирового производства грибов, превышающем 1 млн т, шампиньоны занимают 75—80 %.

Шампиньоны содержат от 88 до 92 % воды, богаты полноценными белками, в состав грибов входит значительное количество углеводов, органических кислот, минеральных веществ и целый комплекс витаминов. В 100 г свежих шампиньонов содержится 27,4 кал (115 Дж), сушеных (грибной порошок) — 192 кал (800 Дж). Более половины азотистых веществ представлено белком, а в составе углеводов преобладает маннит. Среди минеральных веществ основное место принадлежит солям фосфора и калия. По содержанию солей фосфора шампиньоны можно приравнять к рыбным продуктам. Шампиньоны содержат витамины А, С, витамины группы В (тиамин и рибофлавин), РР (никотиновая кислота), пантотеновую кислоту. Кроме того, в шампиньонах имеются специфические ароматические вещества, придающие им неповторимый вкус и аромат.

Как пищевой продукт шампиньоны универсальны. Их потребляют в свежем виде, сушат и консервируют. Из шампиньонов можно приготовить большое число блюд, при этом они прекрасно сочетаются с мясом, овощами и другими продуктами.

Выращивание шампиньона не требует значительных затрат. Грибы успешно растут на субстрате, приготовленном из отходов сельскохозяйственного про-

изводства и перерабатывающей промышленности. В процессе утилизации отходов получают большой выход продукции высокой питательной ценности. Шампиньон дает урожай в течение круглого года, что ликвидирует сезонность в получении продукции. Короткий цикл роста и развития шампиньона позволяет иметь в каждом культивационном помещении от 4 до 6,5 оборота культуры в год, а возможность выращивания в емкостях — более полно использовать объем помещения.

Выращивание шампиньонов — безотходное производство. Использованный для грибов субстрат представляет собой высокоценное органическое удобрение для многих культур открытого и защищенного грунта.

Благодаря современным техническим достижениям в механизации трудоемких процессов, созданию автоматизированных систем кондиционирования, унификации культивационных сооружений происходит переход от небольшого товарного производства к строительству крупных высокомеханизированных и автоматизированных комплексов. Практика эксплуатации таких комплексов, построенных в нашей стране, показала, что выращивание шампиньонов высокорентабельно.

В целях увеличения производства продуктов питания и расширения их ассортимента в нашей стране ведется строительство крупных шампиньонных комплексов. С вводом их в эксплуатацию объемы выращивания этой ценной культуры значительно возрастут. Для снабжения посадочным материалом существующих и вновь строящихся комплексов в совхозе «Заречье» Московской области работает завод по производству мицелия шампиньонов мощностью 300 т в год.

КЛАССИФИКАЦИЯ, МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ



Шампиньон относится к классу базидиальных грибов (Basidiomycetes), порядку агариковых, или пластинчатых (Agaricales), семейству агариковых, или шампиньоновых (Agaricaceae), роду шампиньон (*Agaricus*), который в природных условиях насчитывает более 60 видов.

Традиционно, начиная с К. Линнея (1735), грибы рассматривали как особый отдел растительного мира. Это связано с особенностью грибов, которая заключается в совмещении ими черт как растений, так и животных. Впервые в самостоятельную группу грибы были выделены Е. М. Фризом (1821), а в настоящее время в систематическом ряду они представляют собой специальное царство.

По классификации Е. М. Фриза культивируемые формы шампиньона были отнесены к единственному виду — шампиньон обыкновенный (*Psalliota campestris*). Позднее решениями международных конгрессов ботаников в Стокгольме в 1950 г., затем в Париже в 1954 г. роду шампиньон было присвоено название *Agaricus*.

Виды рода шампиньон в основном космополиты, распространены они на всех континентах, и только небольшое число видов, в основном пустынные шампиньоны, имеют ограниченный ареал пустынь и полупустынь Средней Азии и Северной Америки.

Большая часть видов рода *Agaricus* относится к сапрофитным грибам, то есть они растут на перепревшем навозе, полевом и луговом перегное, на лесной подстилке. Образуют плодовые тела, имеющие гладкую, волокнистую или чешуйчатую поверхность шляпки, белого или беловатого цвета, реже темноокрашенные, размер шляпки от 2 до 10 см и более. Пластинки



Рис. 1. Строение плодового тела шампиньона:

1 — шляпка; 2 — пластинки; 3 — частное покрывало (кольцо); 4 — ножка.

на нижней стороне шляпки свободные, у молодых плодовых тел белые.

Шампиньон имеет два основных органа: подземный — мицелий (грибница), представляющий собой вегетативную часть гриба, и надземный — плодовое тело, которое выпол-

няет функции полового размножения или спороношения (рис. 1).

Аналогично высшим цветковым растениям, у которых цикл роста и развития продолжается «от семени до семени», у шампиньона этот цикл проходит от споры до споры.

Попав в благоприятные условия, спора гриба на 8—12-й день образует проросток, который затем превращается в ветвящуюся гифу. Ветви гиф растут, в них появляются перегородки, и получается многоклеточный молодой мицелий. Рост гиф происходит делением верхушечных более молодых клеток, а внутренние более старые клетки вытягиваются и из части их формируются боковые выпуклости, которые, отделяясь перегородкой, образуют боковые ветви гиф.

Молодой мицелий по внешнему виду представляет собой ветвящиеся паутинки, в связи с чем в этот период его называют паутинистым. Такой мицелий считается лучшим для посева или посадки, так как он быстро приживается в субстрате.

Разрастание мицелия в зависимости от температуры, влажности и плотности субстрата продолжается от 10 до 20 дней.

По мере роста и переплетения гиф мицелия возникают тяжистые образования, на этом мицелии происходит формирование зачатков плодовых тел (рис. 2). Следует отметить, что молодой паутинистый мицелий растет в субстрате во всех направлениях, но для образования зачатков плодовых тел его гифы прорастают вертикально вверх в слой покровного материала,

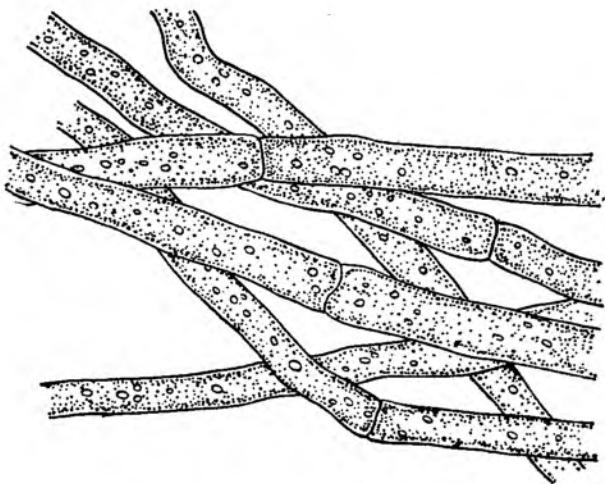


Рис. 2. Строение гиф мицелия шампиньона.

Зачатки плодовых тел (примордии) появляются на окончаниях этих гиф в виде мельчайших вздутий.

Когда зачатки плодовых тел достигают величины горошины, в них происходит дифференциация тканей с образованием шляпки и ножки плодового тела.

В молодом возрасте шляпка плодового тела шарообразная или слегка вытянутая, закрытая; края шляпки завернуты внутрь и соединены с ножкой рыхлой тканью, называемой частным покрывалом. При созревании плодового тела края шляпки расправляются, частное покрывало натягивается, затем отрывается от края шляпки, оставаясь на ножке в виде пленчатого кольца (рис. 3).

На нижней стороне шляпки расположены радиально расходящиеся пластинки, на которых образуются базидии со спорами. У молодых плодовых тел пластинки розовые, по мере созревания спор они темнеют, становятся бурными, затем темно-коричневыми или темно-шоколадного цвета.

Базидии представляют собой булабовидные, параллельные клетки с отростками, где развиваются споры. Шампиньон двуспоровый имеет на каждой базидии по две споры, дикорастущие виды — по четыре (рис. 4).

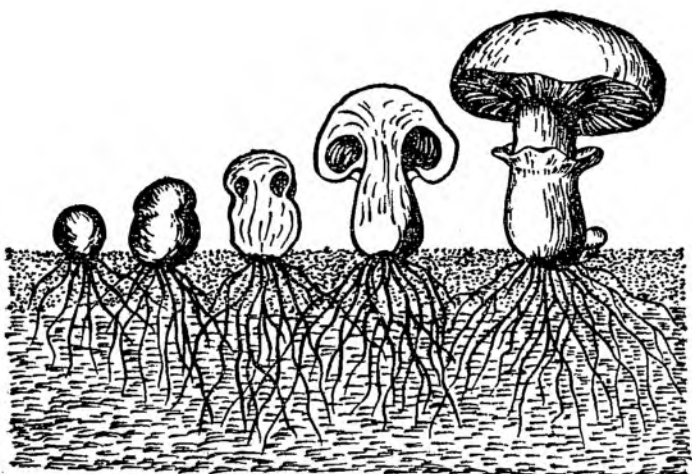


Рис. 3. Рост плодового тела шампиньона,

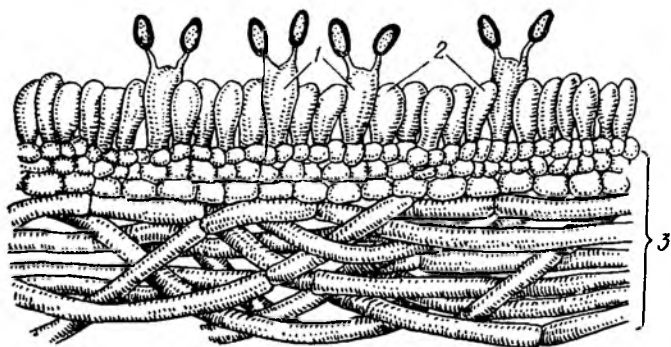


Рис. 4. Разрез через гимениальный слой пластинки плодового тела шампиньона:

1 — базидии со спорами; 2 — слой клеток, несущих базидии; 3 — ложная ткань,

Рост плодовых тел вначале идет очень медленно, затем достигает максимальной величины и практически с момента завершения полной дифференциации органов и тканей плодовые тела растут в течение 10—15 дней. За этот период происходит формирование и развитие спор, плодовые тела вырастают до размера товарного гриба. Шляпка плодового тела раскрывается за 1—2 дня. В этот период споры достигают биологической зрелости, отрываются от отростков базидий, осыпаются в виде мельчайшей темно-коричневой пыли и, попав в благоприятные условия, прорастают и образуют молодой паутинистый мицелий (рис. 5).

Ножка плодового тела связана с мицелием, находящимся в питательной среде (грунте), утолщенными гифами — ризоморфами. Ножка может быть цилиндрической формы или утолщенной у основания.

Плодовое тело шампиньона не имеет дифференцированных тканей и состоит из плотно сплетенных, сросшихся гиф, приспособленных к выполнению определенных физиологических функций.

Так, плотно соединенные между собой параллельно расположенные на поверхности шляпки гифы служат для защиты от внешних неблагоприятных условий (колебаний температуры, механических повреждений и т. д.) и представляют собой кроющую ткань (кожицу).

Роль механических тканей, придающих прочность плодовому телу, выполняют гифы с утолщенными стенками; они расположены у поверхности шляпки и ножки плодового тела.

Функция проводящих тканей принадлежит специальным гифам с удлиненными клетками, клеточные перегородки которых имеют мельчайшие отверстия.



Рис. 5. Прорастание спор шампиньона.

1. Морфологические признаки основных видов шампиньона, встречающихся в природе

Вид	Шляпка	Ножка	Мякоть плодового тела	Место и сроки произрастания
Шампиньон обыкновенный (печерица) — <i>A. campestris</i>	Полушаровидная с глубоко загнутым внутрь краем, затем плоскоокруглая и, наконец, распростертая, белая, буроватая или буровато-коричневая, шелковистая или мелкочешуйчатая; диаметр до 8 см и более	Прямая, ровная или расширенная к основанию, длиной 5—9 см, такого же цвета, как шляпка, кольцо широкое однослойное, расположенное около середины ножки	Плотная, мясистая, на изломе краснеющая	На богатой перегнойной почве, перепревшем навозе, мусоре, в огородах, парках, на выгонах среди травы. С мая по октябрь
Шампиньон полевой — <i>A. arvensis</i>	Округло-колокольчатая, желтеющая, шелковистая или покрытая волокнистыми желтоватыми или буроватыми чешуйками; диаметр от 5 до 20 см	Прямая, утолщенная к основанию, с широким белым двуслойным кольцом	Плотная, белая, цвет на изломе не изменяется	На лугах, лесных полянах, по обочинам лесных дорог, реже на пастбищах. С мая до поздней осени
Шампиньон лесной — <i>A. silvaticus</i>	Яйцевидно-колокольчатая, затем плоскораспростертая, ржаво-буро-коричневая с темными чешуйками на поверхности; диаметр 5 см и более	Прямая, вздутая у основания, с белым пленчатым кольцом, исчезающим при созревании гриба	Плотная, белая, на изломе краснеющая	В еловых, смешанных с елью лесах, около муравьиных куч или на них. С мая до поздней осени
Шампиньон луговой — <i>A. pratensis</i>	Шаровидная, затем плоскоокруглая, светло-коричневая, поверхность чешуйчатая; диаметр до 6 см	Прямая, длинная, гладкая, кольцо белое, однослойное, быстро исчезающее	Белая с розовым оттенком, цвет на изломе не изменяется	На перегнойной почве, на лугах и выгонах. С мая до октября
Шампиньон Бернарда — <i>A. bernardii</i>	Полушаровидная, беловатая или белая, нередко растрескивающаяся, чешуйчатая; диаметр до 8 см и более	Прямая, ровная или расширенная у основания, с двойным нестойким кольцом	Белая, плотная, цвет на изломе не изменяется	В степях, полупустынях. С марта по ноябрь
Шампиньон — таблитчатый — <i>A. tabularis</i>	Плосковыпуклая, глубоко трещиноватая, таблитчатая, беловатая, диаметр до 10 см	Прямая, толстая, плотная	Плотная, мясистая, беловатая, желтеющая	В степях, полупустынях и пустынях. С марта по ноябрь
Шампиньон изысканный — <i>A. comtulus</i>	Полушаровидная, затем плоскоокруглая, белая или буроватая, шелковистая или слабочешуйчатая; диаметр 2,5—3,5 см	Прямая, ровная, длиной около 3 см, кольцо белое, однослойное	Плотная, мясистая, белая	На газонах, в парках, на лесных опушках и лужайках среди травы. С июня по октябрь

Гифы проводящей ткани очень близко подходят к спороносным частям плодового тела, где требуется наибольшее количество питательных веществ.

Из большого разнообразия видов шампиньона для промышленного выращивания используют шампиньон двуспоровый — *Agaricus bisporus* (L. Lge) Imbach. Его культивируют в странах Европы и Азии, Северной и Южной Америки, Австралии и Новой Зеландии. За последние 10—15 лет введен в культуру другой вид шампиньона — *A. bitorguis* (Quel.) Sacc. Его выращивают при более высокой температуре. Кроме того, установлено, что этот вид устойчивее к поражению вирусными болезнями.

Шампиньон двуспоровый в естественных условиях встречается двух разновидностей: белая (*A. bisporus* var. *albida*) и бурая, или коричневая (*A. bisporus* var. *pepa*). В культуре известна также промежуточная, или кремовая, разновидность.

Шампиньон двуспоровый белый имеет белую шляпку, диаметр ее колеблется от 2 до 6 см и более. Поверхность шляпки гладкая, часто шелковистая или слабочешуйчатая, темнеющая от нажатия. В молодом возрасте шляпка полушаровидная, а к периоду зрелости — плоскоокруглая. Ножка плодового тела короткая, толстая, цилиндрическая или слегка утолщенная у основания, ее поверхность волокнистая или слабочешуйчатая. Длина ножки 2—5 см. Частное покрывало белое, кольцо после разрыва широкое и располагается около середины ножки. Шампиньоны этой разновидности урожайные, однако неустойчивы к заболеваниям. Пользуются большим спросом у потребителей.

Промежуточная, или кремовая, разновидность получена в результате селекционной работы; штаммы ее по своим качествам очень близки к белой разновидности.

Шампиньон коричневой разновидности имеет крупные мясистые плодовые тела с окраской поверхности шляпки от светло-бурой до коричневой. Поверхность шляпки гладкая или мелкочешуйчатая. Ножка короткая, толстая, ровная или слегка расширенная у основания. Мякоть плотная, мясистая. Плодовые тела крупные, диаметр шляпки 3—6 см и более. Отличается

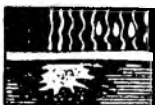
высокой урожайностью и устойчивостью к заболеваниям.

С 1968 г. грибоводы некоторых стран начали культивировать новый вид шампиньона — шампиньон двукольцевой — *Agaricus bitorquis* (Quel.) Sacc. Шампиньон этого вида имеет средней величины мясистые плодовые тела с окраской поверхности от белой до желтоватой. Форма шляпки варьирует от округло-плоской с углублением в центре до овально-округлой. Мякоть мясистая, белая. Ножка — от короткой до длинной, прямая, ровная, с расширением или сужением у основания. Устойчив к целому ряду наиболее распространенных грибных и вирусных болезней. Для выращивания требуется более высокая температура (на 5 °С выше, чем для шампиньона двуспорового).

Проводятся исследования по селекции и выращиванию одного из наиболее известных видов — шампиньона полевого — *A. arvensis* Shaef. ex Secr. Однако предстоит еще большая работа для определения перспектив культивирования этого вида.

Морфологическая характеристика наиболее распространенных дикорастущих видов шампиньона, представляющих интерес для селекции и выращивания, приведена в таблице 1.

ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ



Продолжительность прохождения отдельных фаз роста и развития шампиньона в значительной степени зависит от факторов внешней среды: температуры и влажности субстрата и окружающего воздуха, газового состава воздуха в культивационном помещении.

Температура. Споры шампиньона прорастают в довольно широком диапазоне температуры — от 15 до 30 °С, однако наиболее благоприятной температурой для этого считают 22—25 °С. Прорастают споры мед-

ленно, обычно проросток гифы, как уже было указано, появляется на 8—12-й день. Многие исследователи отмечают, что период прорастания спор очень сильно варьирует, даже если споры высеяны на одну и ту же питательную среду и находятся в одинаковых условиях. Кроме того, на продолжительность этого процесса значительное влияние оказывает время года. В зимний период споры прорастают медленнее, чем в весенний и летний.

Относительно оптимума температуры в период вегетативного роста мицелия имеются разноречивые данные. Так, В. Хунке и Р. Сенгбуш указывают, что оптимальной температурой для роста мицелия следует считать 27 °С, П. Б. Флегг — 23,9 °, другие исследователи — 24—25 °С. Н. Г. Громов отмечает, что интенсивность роста мицелия за сутки варьирует в зависимости от температуры в следующих пределах (мм): при 10 °С — 0,5—0,7; 15 ° — 1,8—2; 20 ° — 3,7—4,3; 25 ° — 5,5—6,2; при 30 °С — 2,2—2,5.

При снижении температуры до 1—3 °С рост мицелия практически прекращается, но даже при более низкой (отрицательной) температуре жизнеспособность его сохраняется. Это свойство используют в промышленном производстве при длительном хранении мицелия.

Сохранение высокой жизнеспособности мицелия при низкой температуре связано с тем, что в природных условиях в зимний период мицелий подвергается воздействию температуры, близкой к 0 °С, а в ряде случаев и отрицательной, но сохраняет способность к дальнейшему росту при возникновении благоприятных внешних условий. Существует точка зрения, что в искусственных условиях лучше плодоносит мицелий, который непродолжительное время выдерживали при пониженной температуре.

Температурные условия в период выращивания мицелия существенно влияют на его качество. При температуре 25—27 °С интенсивно растущие гифы мицелия менее густо пронизывают питательный субстрат и не образуют плотных сплетений. Такой мицелий, будучи высаженным в субстрат, слабее приживается и ему необходимо более длительное время для разрастания, то есть он менее жизнеспособный. Учитывая эту особенность, в производственных усло-

ниях для получения мицелия высокого качества его выращивают при температуре 22—24 °С в первый период, а затем ее снижают до 18—20 °С.

Высаженный мицелий лучше приживается при температуре субстрата 24—26 °С. В этом случае зарастание субстрата мицелием происходит в течение 10—14 дней с момента посева. Повышение температуры субстрата в период разрастания мицелия до 29—30 °С приводит к значительному снижению урожая. Дальнейшее повышение температуры (до 32—33 °С) вызывает прекращение роста и гибель мицелия. При снижении температуры субстрата до 18—20 °С рост мицелия замедляется и период зарастания мицелием слоя субстрата увеличивается до 18—25 дней.

В период перехода паутинистого мицелия в тяжистый, то есть перед началом плодообразования, для шампиньона необходимо снижение температуры субстрата до 18—20 °С, воздуха — до 14—17 °С. При этом в питательном субстрате обильнее образуются зачатки плодовых тел.

В начале периода плодоношения температуру субстрата следует поддерживать на уровне 18—20 °С, а к концу этого периода ее постепенно выравнивают с температурой окружающего воздуха.

При температуре воздуха выше 17 °С наблюдается интенсивный рост плодовых тел, но они формируются с мелкими быстро раскрывающимися шляпками и удлинненными тонкими ножками — качество плодовых тел как продукции при этом снижается. Наоборот, пониженная температура воздуха способствует образованию плодовых тел с крупными, плотными, долго не раскрывающимися шляпками и короткими толстыми ножками, однако в таких условиях несколько увеличивается период достижения плодовыми телами товарной зрелости.

Температура воздуха — один из основных факторов микроклимата в культивационном помещении, она зависит от теплоизоляции строительных конструкций и правильного подбора элементов системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

В период разрастания мицелия в субстрате температура воздуха в культивационном помещении должна быть на 2—3 °С ниже температуры субстрата,

а в период плодоношения ее снижают до 14—16 °С и на этом уровне поддерживают до конца плодоношения.

Влажность. Шампиньон относится к группе мезофитов, то есть к организмам, требующим для нормального роста и развития достаточно высокой влажности. Н. Г. Громов установил, что оптимальная для роста и плодоношения грядовой культуры шампиньона влажность субстрата составляет 45—50 %. Повышение влажности более 60 % отрицательно влияет на интенсивность роста мицелия, при этом паутинистый мицелий очень быстро переходит в тяжистый. Это объясняется тем, что уплотненный субстрат, имеющий влажность 60 % и более, недостаточно воздухопроницаем и мицелий распространяется только в верхнем слое субстрата, не проникая глубоко внутрь гряды, в связи с чем быстрее переходит в тяжистый. Проявляется это в условиях недостаточного воздухообмена в культивационном помещении, когда культуру выращивают на плоских или полукруглых грядах высотой 30—40 см.

В современном промышленном грибоводстве используют такие способы выращивания, как на стационарных многоярусных стеллажах и в контейнерах, когда глубина слоя субстрата варьирует от 15 до 20 см. В этих случаях наиболее высокий урожай получают при влажности субстрата в момент посева мицелия на уровне 64—68 %. Важную роль играет и состав субстрата: легкий по структуре субстрат может иметь влажность больше, чем тяжелый. Поэтому влажность навозного субстрата поддерживают несколько ниже, чем легкого синтетического субстрата, приготовленного на основе соломы злаковых культур с органическими азотсодержащими добавками.

Не менее важна для роста и плодоношения шампиньона влажность слоя покровного материала. Наилучшее плодоношение наблюдается при влажности покровного материала 65—70 % полной влагоемкости. Следовательно, покровный материал в течение всего периода выращивания шампиньонов должен иметь постоянную умеренную влажность. Это связано не только с потреблением воды растущими плодовыми телами грибов, но и с созданием условий газообмена между субстратом и окружающим воздухом.

Изменение влажности покровного материала в значительной степени влияет на рост мицелия в слое покровного материала и дальнейшее плодоношение. При недостатке влаги в покровном материале, особенно при сухости нижней части слоя в первые дни после насыпки, задерживается прорастание мицелия в покровный материал и в результате — на несколько дней переход из вегетативной фазы в генеративную. При этом плодовые тела растут очень медленно, плодоношение запаздывает. Повышенная влажность покровного слоя ускоряет переход паутинистого мицелия в тяжистый и в некоторых случаях может вызывать преждевременное нежелательное наступление плодоношения, а также быстрое старение и отмирание мицелия, что приводит к снижению урожая.

Влажность слоя покровного материала взаимосвязана с влажностью воздуха в культивационном помещении. Если в камере влажность воздуха не превышает 80 % и в то же время вентиляцией создаются довольно сильные потоки воздуха, то происходит быстрое подсыхание покровного материала. Связанные с этим явлением частые поливы, особенно холодной водой, вызывают резкие изменения влажности и температуры, что отрицательно сказывается на росте и плодоношении шампиньона. Кроме того, при низкой влажности воздуха кожица шляпок плодовых тел становится грубой, утолщенной, часто покрывается чешуйками и даже растрескивается. Это, естественно, снижает товарный вид продукции.

Очень высокая влажность воздуха, особенно при недостаточной вентиляции, способствует распространению заболеваний плодовых тел.

Оптимум влажности воздуха в фазе вегетативного роста, то есть от посева мицелия до очагового появления мицелия на поверхности слоя покровного материала, находится в пределах 90—95, а в период плодоношения — 85—90 %.

Газовый состав воздуха как фактор роста и развития шампиньона играет важную роль при выращивании грибов. Процессы метаболизма, постоянно происходящие в субстрате, сопровождаются выделением конечных продуктов (метаболитов), среди которых основной — углекислота. В фазе вегетативного роста шампиньон выдерживает высокую концентрацию

этого газа. Х. И. Чирпе показал, что снижение интенсивности роста мицелия наблюдается при концентрации CO_2 более 2 % (по объему). Сдерживание роста мицелия при высокой концентрации CO_2 связано не с недостатком кислорода, а с избытком углекислоты.

Другими исследователями установлено, что грибная ткань способна фиксировать CO_2 , поэтому при определенной концентрации углекислота стимулирует рост мицелия. Оптимальное значение концентрации углекислоты, не вызывающее угнетения роста мицелия, очень широкое (0,01—2 %).

Плодообразование и плодоношение шампиньона происходят при более узких пределах концентрации CO_2 (0,01—0,1 %). Повышение содержания углекислоты в воздухе выше оптимального приводит к замедленному росту плодовых тел, удлинению ножки, формированию шляпки небольшого диаметра, которая быстрее раскрывается.

Отношение шампиньона к концентрации CO_2 необходимо учитывать при выращивании культуры и устраивать в связи с этим легко регулируемую систему вентиляции.

Концентрация других газообразных продуктов метаболизма бывает незначительной и не влияет на рост и развитие шампиньона.

Свет. Поскольку шампиньон относится к сапрофитам и в нем не проходит фотосинтез, свет как фактор жизнедеятельности ему не нужен. Мицелий шампиньона одинаково интенсивно растет как на свету, так и в темноте, однако очень сильный прямой свет влияет на культуру гриба отрицательно. В светлых культивационных помещениях, например в теплицах, плодовые тела образуются с огрубевшей кожицей, шляпки бывают чешуйчатые с потемневшей поверхностью, особенно у белой разновидности, что снижает товарные качества грибов. Кроме того, под влиянием солнечного света и тепла происходит колебание температуры и влажности воздуха в помещении, что также приводит к снижению товарных качеств продукции. В связи с этими особенностями культуры современные шампиньонницы имеют непрозрачные перекрытия, а для выполнения необходимых технологических операций их оборудуют дежурным электрическим освещением.

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ



Шампиньон как сапрофит питается готовыми органическими и минеральными веществами, которые гифы мицелия гриба извлекают из питательного субстрата всей поверхностью. В естественных условиях питательной средой сапрофитных грибов обычно служат отмершие разлагающиеся растения, гумус почвы, лесной опад, скопления разлагающегося навоза сельскохозяйственных животных и т. д. Химический состав питательных сред бывает очень разнообразен, поэтому и усвояемость их грибами неодинакова. В значительной степени это зависит от особенностей мицелия выделять различные ферменты и другие биологически активные соединения, способствующие усвоению питательных веществ из среды.

Важную роль в питании шампиньона играют микроорганизмы, переводящие минеральные вещества и сложные органические соединения питательной среды в доступную для усвоения гифами мицелия форму. Кроме того, бурное развитие различных групп микроорганизмов в период разложения органических веществ и последующее отмирание этих микроорганизмов обогащает питательную среду белковыми соединениями и другими формами сложных органических веществ, которые усваиваются мицелием шампиньона.

Для шампиньона, относящегося к гетеротрофным организмам, важнейшее значение имеет углеродное и азотное питание. Как и большинство грибов, шампиньон усваивает не только простые сахара — глюкозу, но и более сложные. Хорошими источниками углеродного питания для шампиньона служат пентозы, гексозы, дисахариды, многие органические кислоты, пектин. Гриб с успехом усваивает углерод и из сложных азотсодержащих соединений.

Способность шампиньона усваивать углерод из сложных соединений питательной среды — очень важ-

ный фактор, так как бурное развитие микрофлоры в период приготовления субстрата (ферментация) сильно обедняет последний простыми формами соединений углерода.

Лучшие источники азотного питания для шампиньона — белки, пептоны и аминокислоты. Усвоению сложных органических соединений азота способствуют протеолитические ферменты, активность которых у шампиньона очень высока.

Шампиньон может усваивать азот и из неорганических веществ. Однако использование неорганического азота для питания различно. Лучше усваивается аммонийная форма азота, нитратный азот мицелием гриба практически не потребляется.

В питании шампиньона определенное значение имеет соотношение углеродсодержащих и азотистых соединений в среде.

При обилии источников органического азота и недостатке углеродистого питания шампиньон быстро прекращает плодоношение, что приводит к снижению урожая.

Для жизнедеятельности шампиньона важно также питание зольными элементами. Плодовые тела гриба содержат те же зольные элементы, что и высшие цветковые растения. Источником зольных элементов служит питательная среда, приготовленная из солоmistого конского навоза или материалов растительного происхождения. Точки зрения грибоводов относительно содержания зольных элементов в ферментированных материалах различны. Одни считают, что в растительных остатках или солоmistом конском навозе, используемых для приготовления субстрата, содержание зольных элементов достаточно для нормальной жизнедеятельности шампиньона, другие, что необходимо добавлять в питательную среду определенные количества некоторых зольных элементов в форме минеральных удобрений. В последнее десятилетие практикой грибоводства показано, что добавлять в субстрат зольные элементы с минеральными удобрениями не обязательно. Используемые для приготовления субстрата органические материалы содержат достаточное количество элементов зольного питания.

Из зольных элементов совершенно необходимыми

для гриба считают калий, кальций, фосфор, магний, серу и железо.

Калий принимает активное участие в энергетическом балансе грибов. Отмечено, что высокая концентрация калия в питательной среде неблагоприятно влияет на развитие шампиньона, задерживает спорообразование, но отрицательный эффект калия нейтрализуется при достаточном количестве кальция в среде.

Фосфор входит в состав ядерных кислот, дыхательных ферментов и других соединений и, следовательно, необходим для жизнедеятельности грибов. Недостаток фосфора в питательной среде снижает активность роста мицелия, а его избыток вреден для шампиньона.

Кальций — один из важнейших элементов для шампиньона. Исследования показали, что без кальция мицелий не растет. Этот элемент устраняет антагонизм калия и магния, а также вредное влияние избытка калия в питательной среде. Кроме того, кальций играет важную роль в образовании комочков лигнина гумусового комплекса, нейтрализует продукт метаболизма гриба — щавелевую кислоту с образованием нерастворимого соединения оксалата кальция, регулирует кислотность субстрата и покровного материала.

Установлено, что кальций можно добавлять в субстрат в форме гипса, как правило, в первую перебивку, а и покровный материал — как один из компонентов при его приготовлении. Если субстрат к концу ферментации оказывается переувлажненным, то целесообразно гипс добавлять и в конце процесса приготовления субстрата, что снимает переувлажнение и оказывает благоприятное воздействие на структуру субстрата и его воздухопроницаемость.

Как правило, содержание кальция в субстрате должно быть несколько избыточным для начального периода выращивания гриба, так как в процессе роста шампиньона происходит подкисление среды субстрата, которое нейтрализуется кальцием. Это же явление наблюдается и в процессе приготовления субстрата.

В таблице 2 показано изменение рН среды субстрата и плодовых тел, полученное в совхозе «Мар-

2. Изменение pH среды субстрата и плодовых тел при выращивании шампиньона

Исследуемый материал	pH исходного материала	pH в период плодоношения			
		10.10	10.11	10.12	10.01
Субстрат:					
после закладки	8,30	—	—	—	—
гряд					
после посадки	7,85	—	—	—	—
мицелия					
после насыпки покровного материала и в период плодоношения	7,45	7,29	7,25	6,90	6,10
Покровный материал	7,40	7,35	7,20	6,80	6,25
Плодовые тела	—	7,25	6,87	6,67	6,15

фино» Московской области при выращивании шампиньона.

Кислотность среды субстрата в первую очередь зависит от его первоначального состава и влажности. В период ферментации исходных материалов в результате микробиологических процессов происходит накопление конечных продуктов, которые подкисляют субстрат. Поэтому применение гипса в начальный период ферментации снижает значение pH и улучшает буферность среды, что оказывает благоприятное воздействие на развитие микрофлоры в субстрате.

Применение азотных добавок в виде минеральных удобрений — аммонийных или нитратных — оказывает сильное подщелачивающее или подкисляющее действие, что вызывает изменения в составе микрофлоры в период ферментации материалов. В начальной стадии ферментации в компостируемом материале находится большое количество ионов аммония, затем оно быстро убывает, и в период готовности субстрата к посеву мицелия содержание ионов аммония в субстрате минимально и они существенно не влияют на реакцию среды.

РАЗМНОЖЕНИЕ



Шампиньон имеет два способа размножения — вегетативный и половой. При культивировании гриба используют оба способа размножения. Каждый из них имеет свои особенности, связанные с биологией шампиньона.

Вегетативное размножение, основанное на способности гиф мицелия и кусочков тканей плодовых тел регенерировать при благоприятных условиях среды, широко применяют как при выращивании мицелия, так и в производстве грибов. Кусочки гиф мицелия или плодовых тел, пересаженные на стерильную питательную среду, при температуре 20—25 °С в течение 4—5 дней разрастаются и затем образуют густую сеть гиф мицелия, который может быть вновь использован для дальнейшего размножения. Этот способ размножения мицелия называют тканевым.

При тканевом размножении лучшие результаты получают, если кусочки тканей молодых плодовых тел берут из гимениального слоя. Ткань ножек плодовых тел приживается на питательной среде медленнее и, как правило, для вегетативного размножения ее не используют.

Органом полового размножения шампиньона служат плодовые тела, на которых образуются базидиоспоры. У базидиомицетов отсутствуют половые клетки, и размножение у них происходит апогамно. Споры, прорастая, образуют первичный мицелий, его клетки содержат гаплоидные ядра (с одинарным числом хромосом). После разрастания мицелий превращается во вторичный (дикариотичный), клетки которого имеют спаренные ядра (дикарионы).

Дикариотичный мицелий образуется в результате срастания двух мицелиев и слияния содержимого их клеток, он существует длительное время — до окончания плодоношения. На нем формируются плодовые тела, на нижней стороне шляпок обособляется спороспособный слой — гимений, который состоит из базидий

с базидиоспорами, парафиз и цистид. Парафизы и цистиды выполняют защитную роль, предполагают также, что цистидам свойственны выделительные функции (экскреторная роль). В базидиях происходит слияние дикарионов, после чего диплоидное ядро делится редукционно с образованием двух гаплоидных ядер, которые, в свою очередь, вновь делятся, давая четыре гаплоидных ядра.

У четырехспоровых видов, к которым относятся большинство шампиньонов, на базидии образуются четыре базидиоспоры, в них переходят из базидии по одному ядру. У двуспорового шампиньона на базидии образуется две споры и в них переходят, как правило, по два разнополюх ядра. Поэтому у четырехспоровых видов шампиньона возможна гибридизация.

Исследованиями последнего десятилетия доказано, что у шампиньона двуспорового также возможна гибридизация. Это связано с тем, что наряду с образованием на базидии двух спор гриб может формировать, по-видимому, как исключение, по три и четыре споры. Если на базидии имеются три споры, то одна из них — двухъядерная и две — одноядерные. При этом в споры могут перейти однополюе или разнополюе ядра, одноядерные споры также бывают однополюми или разнополюми. При образовании четырех спор все они разнополюе. Т. И. Эллиот указывает, что образование трех и четырех спор на базидиях очень незначительно и составляет 3—5 %. Следовательно, получение гибридных форм у шампиньона двуспорового весьма затруднено.

СИСТЕМЫ И СПОСОБЫ ВЫРАЩИВАНИЯ



Технологический процесс выращивания шампиньонов включает в себя четыре самостоятельные, но взаимосвязанные технологии: приготовление субстрата (компоста), приготовление по-

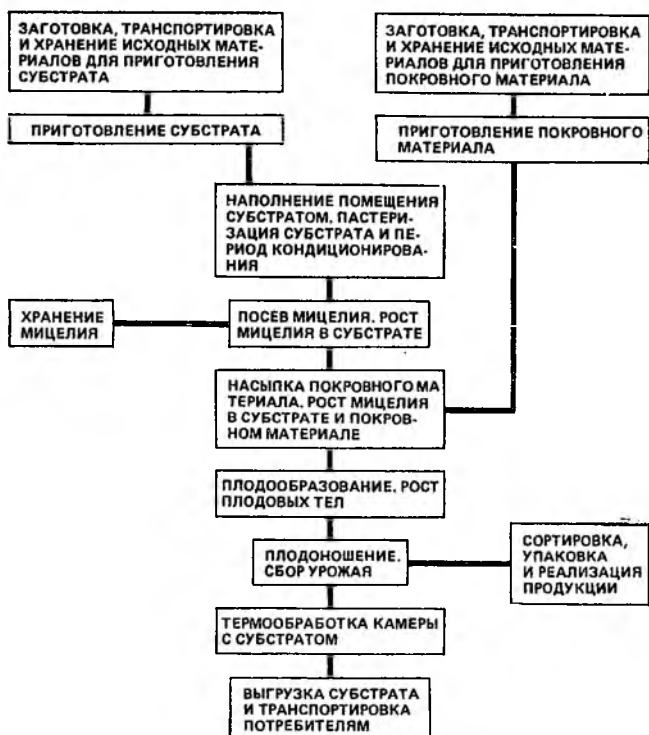


Рис. 6. Схема технологического процесса производства шампиньонов.

кровного материала, выращивание посадочного материала — мицелия (грибницы) и выращивание культуры шампиньона. Схема технологического процесса показана на рисунке 6.

В соответствии со схемой технологического процесса в промышленном грибоводстве используют две системы выращивания — однозональную и многозональную (табл. 3). Эти системы имеют принципиальные различия в способах выращивания, механизации производственных процессов и соответственно в объемно-планировочных решениях зданий шампиньонниц и требованиях к строительным конструкциям культивационных помещений.

3. Схема производства и продолжительность процессов при различных системах выращивания шампиньонов

Звенья технологического процесса	Однозональная система		Многозональная система			
	Стационарные стеллажи		Контейнеры		Стеллажи или контейнеры	
	Культивационное помещение	Продолжительность, дней	Культивационное помещение	Продолжительность, дней	Культивационное помещение	Продолжительность, дней
Наполнение помещения субстратом. Пастеризация субстрата и период кондиционирования	Камера выращивания	10	Камера пастеризации	10	Тоннель, пастеризация в массе	8—10
Посев мицелия. Рост мицелия в субстрате	То же	11—13	Камера проращивания мицелия	11—13	Тоннель, проращивание мицелия в массе	11—13
Насыпка покровного материала. Рост мицелия в субстрате и покровном материале, плодообразование и плодоношение	»	58—60	Камера выращивания	21—23 58—60	Камера выращивания	19—23 52—53
Выгрузка субстрата. Подготовка помещения к закладке нового оборота культуры	»	3—4	То же	3—4	То же	3—4
Продолжительность оборота в камере выращивания		84		63		56

Технологический процесс выращивания культуры по однозональной системе предусматривает выполнение всех производственных процессов, начиная с момента наполнения помещения субстратом, в одном культивационном помещении — камере выращивания.

Однозональную систему можно применять как при традиционных методах выращивания в различных приспособленных помещениях (подвалах, пещерах, каменоломнях, овощных теплицах и т. д.), так и в специализированных сооружениях — наземных шампиньонницах. Выращивают культуру по однозональной системе несколькими способами — на напольных плоских грядках, двух- и трехгребневых грядках (валиках), в ящиках или контейнерах, на стационарных многоярусных стеллажах (обычно пятиярусных) или в мешках из полимерного материала.

При многозональной системе выращивания используют два или более специальных помещения: в одном или отдельных помещениях проводят термическую обработку субстрата и проращивание мицелия; в другом культивационном помещении выращивают продукцию, то есть происходит плодообразование и плодоношение грибов. Применение многозональной системы выращивания требует неоднократного перемещения емкостей с культурой, поэтому целесообразно использовать ящики или контейнеры. При выращивании шампиньонов в приспособленных помещениях, в подземных выработках процессы пастеризации субстрата и проращивания мицелия можно проводить в контейнерах, а выращивание культуры — в мешках из полимерного материала.

В последнее время разработан и широко применяется в практике грибоводства новый способ термической обработки субстрата и проращивания мицелия «в массе».

При этом пастеризацию и кондиционирование субстрата выполняют в специальном помещении с активным вентилированием, проращивание мицелия — в помещении такой же конструкции (тоннель), а выращивание культуры проводят любым из известных способов — на многоярусных стационарных стеллажах, в ящиках или контейнерах, в мешках из полимерной пленки, на напольных плоских грядках или двух-, трехгребневых валиках. Пастеризацию субстрата

4. Сравнительная характеристика систем выращивания шампиньонов

Показатели	Однозональная система	Многозональная система
Капиталовложения	Высокая стоимость строительства, так как каждая камера должна иметь хорошую тепло- и влагоизоляцию и необходимое оборудование для создания условий проведения пастеризации субстрата при 60 °С. В то же время хорошая теплоизоляция позволяет поддерживать необходимую температуру и влажность воздуха для выращивания шампиньонов в летний период	Более простое исполнение камер выращивания и меньшая стоимость строительства, но высокая стоимость средств механизации. Незначительная теплоизоляция камер выращивания затрудняет проведение тепловой обработки камер в конце оборота культуры, а также поддержание необходимой температуры и высокой влажности в летний период
Возможность расширения производства	При централизованном приготовлении субстрата возможно начинать производство с 3—6 камер выращивания с постепенным расширением шампиньонницы, так как рабочей единицей служит каждая камера выращивания. При централизованной поставке субстрата рентабельны и мелкие производства	Наименьшей рабочей единицей служит шампиньонница из 4 камер пастеризации и проращивания мицелия и 8 камер выращивания. Расширение возможно только путем удвоения размера шампиньонницы
Число оборотов культуры в культивационном помещении	Число оборотов культуры в камере выращивания ограничено, так как в каждом обороте камера в течение 3 недель занята подготовительными процессами пастеризации субстрата и проращиванием мицелия. При сочетании выращивания на стационарных стеллажах с пастеризацией субстрата и проращиванием мицелия в массе число оборотов культуры такое же, как при многозональной системе	Камеры выращивания эксплуатируются максимально, так как подготовительные процессы проводят в других помещениях. Число оборотов культуры достигает 5,8—6,5, а при сокращении периода плодоношения число оборотов значительно увеличивается

Показатели	Однозональная система	Многозональная система
Механизация	Использование двустоечных стеллажей и сетки из синтетического материала позволяет механизировать все трудоемкие операции. При использовании одностоечных стеллажей имеются трудности механизации насыпки покровного материала и сбора урожая	Требуется неоднократное перемещение емкостей в технологическом процессе, которое выполняется электропогрузчиками. Наполнение емкостей субстратом, посев мицелия, насыпку покровного материала производят на поточной линии, однако требуется специальное помещение для ее установки. Сбор урожая можно выполнять на поточной линии, для установки которой также необходимо дополнительное помещение. Выгрузка отработанного субстрата из контейнеров механизирована
Отопление и изоляция	В каждой камере выращивания необходимо последовательно создавать и поддерживать температуру 60; 25; 16 °С, поэтому нужна хорошая термоизоляция ограждающих конструкций для камер выращивания и сложное оборудование, обеспечивающее регулирование и поддержание параметров микроклимата	Высокая температура (60, затем 25 °С) требуется только в камерах пастеризации субстрата, поэтому для них необходима очень хорошая термоизоляция ограждающих конструкций. В остальных помещениях следует создавать температуру 25 и 16 °С, в связи с чем требования к термоизоляции этих помещений ниже
Кондиционирование воздуха	Для создания необходимых параметров микроклимата требуется сложное оборудование, усложняется и система автоматического регулирования параметров микро-	Незначительный перепад температуры облегчает изготовление оборудования для кондиционирования воздуха и автоматического управления

Показатели	Однозональная система	Многозональная система
Дезинфекция	<p>климата. Оборудование средств автоматического регулирования должно находиться вне камер выращивания</p> <p>Пастеризацию субстрата высокой температурой проводят в каждой камере при каждом обороте культуры. Возможность инфекции незначительна, так как субстрат с культурой весь период выращивания находится в закрытом помещении. Обработка камер паром в конце оборота культуры — эффективное средство борьбы с вредителями и болезнями, в том числе и с вирусными</p>	<p>параметрами микроклимата. Аппаратура может быть установлена на месте выращивания</p> <p>Необходимость неоднократного перемещения емкостей за период выращивания культуры увеличивает возможность инфекции.</p> <p>Дезинфекцию камер в конце оборота культуры проводят в основном химическими средствами, которые для некоторых видов болезней и вредителей не всегда высокоэффективны</p>
Интенсивность труда	<p>Меньшая интенсивность труда, так как все технологические операции выполняются в одном месте. Большие размеры гряд облегчают выполнение отдельных технологических операций</p>	<p>Очень высокая интенсивность труда в связи с многократным перемещением емкостей для выращивания. Кроме того, работа в стопах контейнеров по уходу за культурой и сбору урожая более трудоемка, чем на стационарных стеллажах</p>
Организация производства	<p>План эксплуатации шампиньонницы может быть очень строгим, поэтому организация выполнения производственных процессов не затруднена. Рабочее место и объем работ в каждой камере определяются планом эксплуатации шампиньонницы.</p>	<p>Необходима очень хорошая организация труда, так как период эксплуатации одних помещений определяется использованием других культивационных помещений. Улучшение качества субстрата путем удлинения периода кондиционирования практически невозможно, так как приводит к наруше-</p>

Показатели	Однозональная система	Многозональная система
	Время выполнения технологических операций не лимитируется использованием других культивационных помещений. Имеется возможность улучшения качества субстрата регулированием продолжительности кондиционирования	нию плана эксплуатации, непостоянной занятости помещений

и проращивание мицелия в массе успешно сочетают с выращиванием культуры в самых разнообразных приспособленных помещениях или в специальных крупных или небольшого размера шампиньонницах.

Использование в производстве шампиньонов термической обработки субстрата и проращивания мицелия в массе открывает новые, более широкие возможности организации выращивания культуры. При этом однозональная система выращивания на стеллажах теряет свое значение и применяется многозональная. Каждая система выращивания шампиньонов имеет свои преимущества и недостатки. Сравнительная характеристика систем дана в таблице 4. Практика грибоводства в нашей стране и зарубежных странах показывает, что большие преимущества дает технология с пастеризацией субстрата и проращиванием мицелия в массе. По-видимому, в ближайшем будущем она будет наиболее перспективной.

КУЛЬТИВАЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ



Шампиньон можно выращивать в разнообразных приспособленных помещениях — подвалах зданий, утепленных сараях, погребах, овощных теплицах, каменоломнях, шахтах, парниках и в специальных сооружениях — шампиньонницах.

Использование тех или иных помещений для выращивания шампиньона прежде всего зависит от назначения и объема получения продукции. Однако все приспособленные помещения, как правило, не имеют условий, полностью отвечающих биологическим особенностям культуры, поэтому их требуется оборудовать приборами для создания оптимальных параметров микроклимата, а также системой приточно-вытяжной вентиляции.

Основные требования к культивационным сооружениям для культуры шампиньона следующие:

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 $\pm 5\%$.

4. В помещение не должен проникать прямой солнечный свет.

5. Размер и конфигурация помещения должны позволять выполнять основные производственные операции механизированным способом. Продолжительность выполнения наиболее трудоемких операций — не более одного рабочего дня.

В соответствии с указанными требованиями наиболее подходят для выращивания культуры шампиньона специальные сооружения (шампиньонницы), а также каменоломни и подвалы, оборудованные для производства грибов.

ПРИСПОСОБЛЕННЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

Каменоломни, шахты, пещеры.
Впервые шампиньоны стали выращивать в каменоломнях во Франции более 300 лет назад, а позднее —

в Италии, Швейцарии, США, Венгрии и других странах. В настоящее время в ВНР в кооперативе «Дуна» под Будапештом в каменоломнях на площади 12 га производят около 3 тыс. т шампиньонов ежегодно.

Наиболее удобны для выращивания культуры шампиньона каменоломни и пещеры, расположенные на глубине до 20—25 м от поверхности, имеющие удобные подъездные пути и возможность устройства вентиляции. Как правило, температура и влажность воздуха в пещерах и каменоломнях на указанной глубине практически стабильны в течение всего года и составляют соответственно 12—15 °С и 85—90 %, что позволяет круглогодично использовать эти помещения.

Шахты, используемые для культуры шампиньона, также должны иметь оптимальные температуру, газовый состав и влажность воздуха, условия для оборудования системы вентиляции и механизированной транспортировки субстрата. Кроме того, должна быть возможность устройства в шахтах системы водоснабжения. Непригодны для выращивания грибов шахты, в которых происходит выделение взрывоопасных, горючих и отрицательно влияющих на шампиньон газов.

Наиболее рационально применять подземные выработки для выращивания шампиньона в сочетании с наземными сооружениями — цехами для приготовления субстрата, покровного материала, блоком помещений для термической обработки субстрата и выращивания мицелия.

В СССР имеются значительные площади каменоломен и пещер, пригодных для выращивания шампиньона в Одессе, Крыму, Молдавии, Донбассе. Некоторые из них успешно использовали для этой цели как до Великой Отечественной войны, так и в послевоенные годы. В настоящее время вопрос расширения площадей подземных выработок для выращивания культуры шампиньона весьма актуален.

Оборудование культивационных помещений, например, в каменоломнях не требует больших капиталовложений, высота выработок, как правило, позволяет применять современные средства механизации трудоемких операций и вести культуру в течение круг-

лого года в несколько ярусов контейнерным способом или в мешках из полимерного материала (рис. 7).

Подвалы. Шампиньоны можно выращивать в подвалах (рис. 8). При этом нужно, чтобы подвал не был слишком сырым и в него не попадали грунтовые и верховые воды, а температура в холодное время года не опускалась ниже 12—15°C. Существенный недостаток любого подвала — отсутствие необходимой вентиляции. Поэтому при использовании подвала для выращивания шампиньона его нужно оборудовать системой вентиляции с механическими фильтрами в соответствии с требованиями культуры. Если площадь подвала большая, то целесообразно разделить его на несколько отдельных помещений, чтобы иметь возможность выполнять технологические операции в течение одного рабочего дня.

Овощные теплицы, картофеле- и овощехранилища, холодильники. В тепличных комбинатах теплицы используют под культуру шампиньона в осенне-зимний период (август — январь) после выращивания основной культуры. При этом целесообразно шампиньон



Рис. 7. Культура шампиньона в каменоломне в мешках из полиэтиленовой пленки.

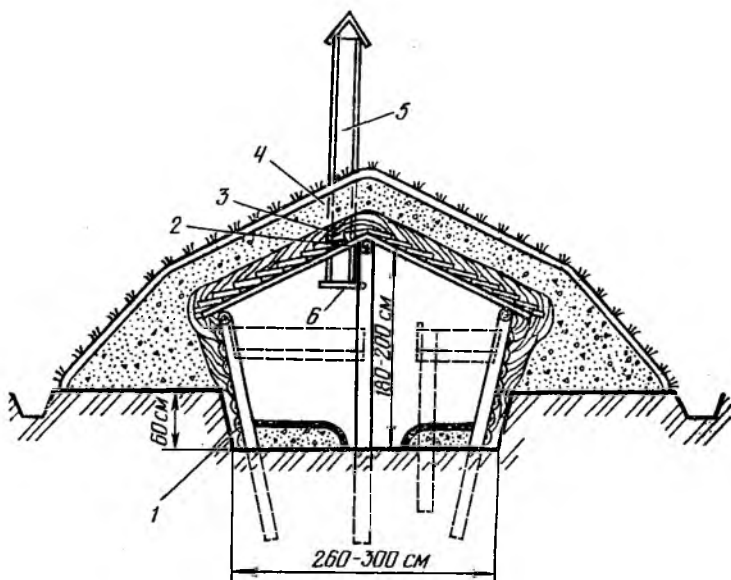


Рис. 8. Полуподвал для выращивания шампиньонов:

1 — деревянные крепления; 2 — перекрытие из теса; 3 — слой утеплителя; 4 — слой почвы; 5 — вытяжная труба; 6 — заслонка.

выращивать в мешках из полиэтиленовой пленки толщиной 200—250 мкм.

В картофеле- и овощехранилищах, холодильниках шампиньон выращивают в летний период, то есть когда эти сооружения не заняты. Здесь наиболее целесообразен также способ выращивания в мешках из полимерного материала.

Использование указанных помещений под культуру шампиньона наиболее эффективно в сочетании со специально построенными сооружениями для термической обработки субстрата.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Специальные культивационные сооружения для шампиньона появились еще в конце прошлого столетия. Это были отдельно стоящие полузаглубленные помещения, предназначенные для круглогодичного выращивания культуры. В России тако-

го типа шампиньонница впервые была сконструирована Е. А. Грачевым. В подобных сооружениях применяли стеллажный способ выращивания, загрузку и выгрузку субстрата проводили вручную. Применяемая технология выращивания позволяла иметь в каждом помещении 2,2—3 оборота культуры в год. Эти сооружения имели ряд недостатков: высокую трудоемкость выполнения работ, слабую естественную вентиляцию, недолговечность конструкций.

Позднее в США была разработана двухзональная система выращивания шампиньона в деревянных фиксируемых ящиках, что в дальнейшем позволило механизировать загрузку и выгрузку субстрата в культивационных помещениях. С этого момента в грибоводстве стали применять две системы выращивания: однозональную на стационарных стеллажах и двухзональную (многозональную) в перемещаемых емкостях (ящиках).

При обособлении систем выращивания, механизации трудоемких технологических операций стали использовать не только площадь пола, но и в случае многоярусного размещения стационарных стеллажей и ящиков объем всего культивационного помещения. Это позволило унифицировать культивационные помещения и разработать стандартную систему вентиляции, а позднее и систему автоматического регулирования параметрами микроклимата.

Первые наземные шампиньонницы были разработаны и построены в США в начале 30-х годов. Вскоре Нобл в Великобритании сконструировал шампиньонницу наземного типа. В различных модификациях этот тип наземной шампиньонницы с трехъярусными деревянными стационарными стеллажами (рис. 9) использовали в грибоводстве длительное время.

В настоящее время для промышленного выращивания шампиньона строят комплекс сооружений, включающий цехи для приготовления субстрата и покровного материала, цех выращивания грибов и необходимые подсобные и вспомогательные помещения.

В зависимости от объема производства шампиньонов и выбора системы и способа выращивания определяют полезную площадь шампиньонницы, затем проводят расчет площади цехов приготовления субстрата и покровного материала. При однозональной

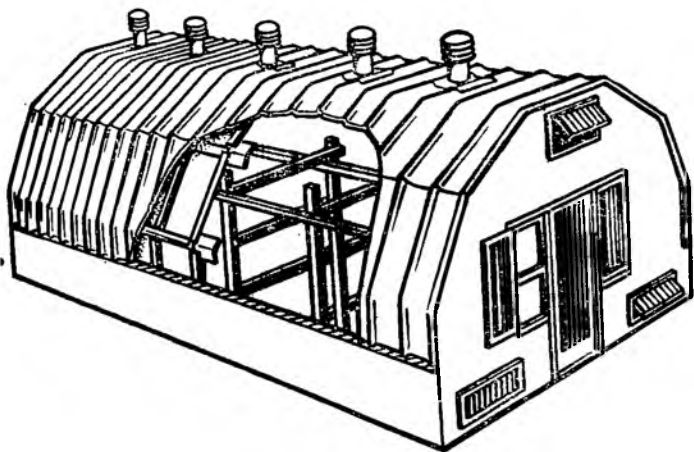


Рис. 9. Схема шампиньонницы английского типа.

системе выращивания оптимальные площади шампиньонниц составляют 0,5 и 1 га, при многозональной — 0,35 и 0,7 га.

Шампиньонница для выращивания грибов по одностациональной системе на стационарных пятиярусных стеллажах представляет собой блоки камер выращивания, расположенные одним или двумя рядами в здании ангарного типа. Между рядами камер выращивания проходит центральный технологический коридор. Вдоль противоположных торцевых сторон камер имеются широкие коридоры, позволяющие механизированно проводить работы по наполнению камер выращивания субстратом, насыпке покровного материала и т. д.

При продолжительности цикла выращивания 12 недель (84 дня) минимальная полезная площадь шампиньонницы, например, для подсобных хозяйств промышленных предприятий должна составлять 1200 м² и включать шесть камер выращивания полезной площадью 200 м² каждая. При этом камеры выращивания заполняют субстратом последовательно через неделю.

Непрерывный цикл производства, более равномерное поступление продукции при стабильной по-

требности в рабочей силе возможны, если полезная площадь шампиньонницы составляет 2400 м². Шампиньонница указанной площади включает 12 камер выращивания полезной площадью 200 м² каждая. Такая шампиньонница позволяет еженедельно закладывать новый оборот культуры в одной камере выращивания.

Однако в шампиньонницах небольшой площади снижается интенсивность использования средств механизации и, следовательно, увеличивается доля амортизационных отчислений от стоимости машин в себестоимости продукции.

Для промышленного производства шампиньонов наиболее рационально строить шампиньонницы площадью 0,5 га с 12 камерами выращивания полезной площадью 400 м² каждая, а также площадью 1 га с 24 камерами выращивания по 400 м² (рис. 10).

Шампиньонница для производства грибов по многозональной системе в контейнерах (ящиках) состоит

из камеры для пастеризации и кондиционирования субстрата, камеры для проращивания мицелия и камеры выращивания. При общей продолжительности цикла выращивания 12 недель в составе шампиньонницы должны быть минимум две камеры пастеризации субстрата, две камеры для проращивания мицелия и девять камер выращивания. В связи с тем что эта система

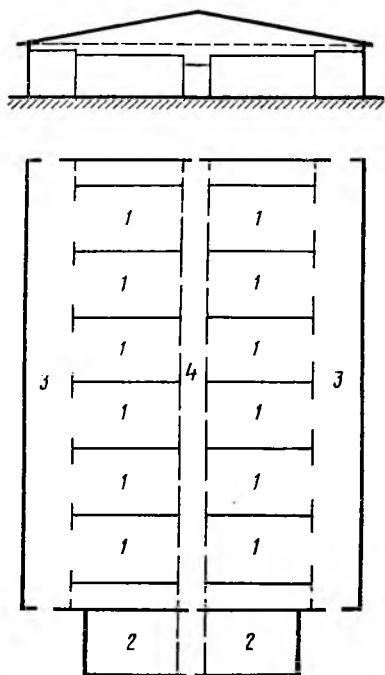


Рис. 10. Цех выращивания (шампиньонница) для однозональной системы (схема):

1 — камеры выращивания; 2 — бытовые и вспомогательные помещения; 3 — рабочие коридоры; 4 — центральный коридор.

экономически выгодна только при крупном производстве, полезная площадь камеры выращивания должна быть от 400 до 600 м². При строительстве шампиньонницы с камерами выращивания менее 400 м² применение поточных линий для механизации производственных процессов нерентабельно. Минимальная площадь шампиньонницы составляет 0,36, оптимальная — 0,7 га. Ширина технологических коридоров в шампиньоннице зависит от габаритов средств механизации, применяемых для транспортировки контейнеров, и, как правило, не превышает 6 м.

Применение в практике грибоводства нового способа пастеризации субстрата и проращивания мицелия в массе связано с некоторым изменением планировки шампиньонниц. Использование в технологическом процессе выращивания шампиньонов пастеризации и проращивания мицелия в массе превращает однозональную систему, по существу, в многозональную. При этом в шампиньоннице возможно применение самых различных способов выращивания — в контейнерах, на стационарных многоярусных стеллажах, в мешках из полимерной пленки. Шампиньонница представляет собой блок помещений, минимальное число которых следующее: два тоннеля пастеризации субстрата в массе; два тоннеля для проращивания мицелия в массе и восемь камер выращивания грибов (рис. 11). Применение технологии с пастеризацией суб-

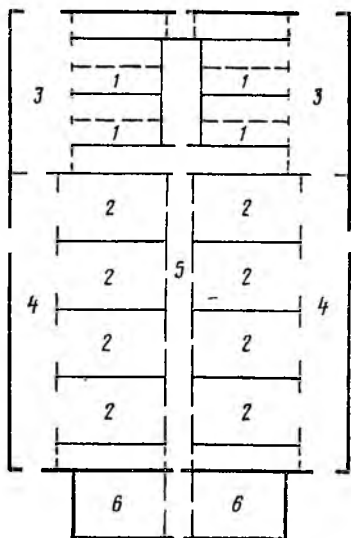


Рис. 11. Цех выращивания (шампиньонница) для многозональной системы с пастеризацией субстрата и проращиванием мицелия в массе (схема):

1 — помещения (тоннели) для пастеризации субстрата и проращивания мицелия; 2 — камеры выращивания; 3 — рабочие коридоры блока тоннелей; 4 — рабочие коридоры блока камер выращивания; 5 — центральный коридор; 6 — бытовые и вспомогательные помещения.

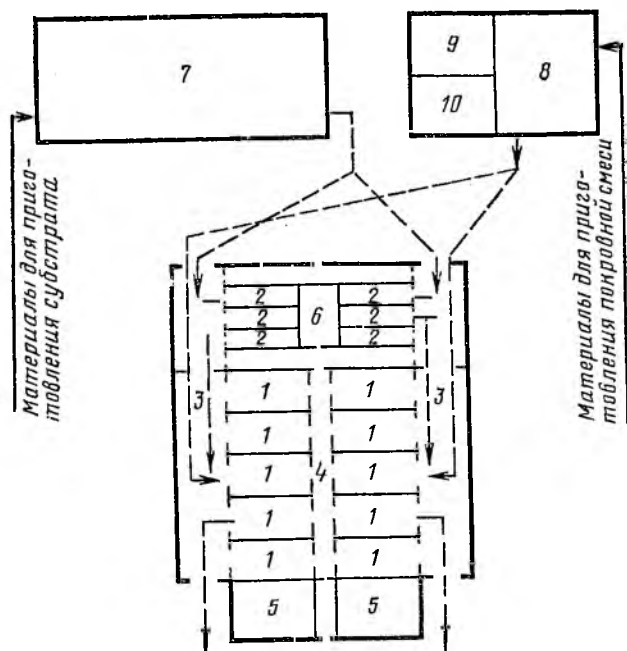


Рис. 12. Примерный план шампиньонного комплекса:
 1 — камеры выращивания шампиньонницы; 2 — тоннели; 3 — рабочие коридоры шампиньонницы; 4 — соединительный коридор;
 5 — бытовые и вспомогательные помещения; 6 — помещение для вентиляционных установок блока тоннелей; 7 — цех приготовления субстрата; 8 — цех приготовления покровного материала;
 9—10 — складские помещения.

страта и проращиванием мицелия в массе с использованием для посева современных интенсивных штаммов гриба позволяет сократить цикл выращивания до 11 недель.

Минимальная общая площадь камер выращивания шампиньонницы составляет 0,32 га, при увеличении объема производства полезная площадь удваивается, однако при организации строительства шампиньонницы в подсобном хозяйстве промышленного предприятия возможна и меньшая площадь, например 0,16 га с объемом годового производства 120—150 т.

Если применяют стеллажный способ выращивания, то размер камер выращивания грибов такой же,

как при однозональной системе, а ширина боковых технологических коридоров составляет не менее 10 м в соответствии с габаритами машин для загрузки камер субстратом.

При разработке проекта для строительства шампиньонного комплекса (рис. 12) очень важно не только правильно выбрать систему и способ выращивания, но и рассчитать габариты помещений на всех этапах технологического процесса, определить необходимый набор машин и с учетом их габаритов — размеры технологических коридоров, подсобных и вспомогательных помещений.

Для выполнения технологического процесса шампиньонницу оборудуют системами отопления, канализации, электроснабжения, горячего и холодного водоснабжения, вентиляции и кондиционирования.

Камеры выращивания шампиньонов. Требования, предъявляемые к конструкции камеры, в основном зависят от выбора системы и способа выращивания.

При однозональной системе выращивания в культивационном помещении должны проходить следующие три процесса: пастеризация субстрата и кондиционирование, проращивание мицелия и плодоношение шампиньона, термическая обработка камеры с субстратом в конце цикла выращивания культуры. Эти процессы протекают при различных температуре и воздухообмене в помещении.

Пастеризация субстрата и кондиционирование представляют собой процесс завершения ферментации в закрытом помещении с регулируемыми параметрами температуры и влажности воздуха и воздухообмена. В этот период температуру поддерживают в интервале 50—60 °С, влажность воздуха — около 100 %. Важнейшее условие — достаточно энергичное движение воздуха, с помощью которого обеспечивается выравнивание параметров микроклимата во всем объеме камеры.

В течение периода проращивания мицелия в камере должны быть температура 24—26 °С, высокая влажность воздуха (около 95 %) и определенный уровень движения воздуха. В период плодоношения температуру в камере поддерживают на уровне 15—17 °С при влажности 85—90 % и вентиляции помещения.

В конце цикла выращивания камеры с отработан-

ным субстратом выдерживают в течение 12 ч при температуре 70—75 °С, а затем охлаждают.

При использовании многозональной системы выращивания термическую обработку субстрата проводят в специальных помещениях, поэтому в камере выращивания диапазон температуры более узкий (15—25 °С). Если для дезинфекции камеры используют химические методы, то требования к камерам выращивания становятся менее жесткими. Однако желательно предусматривать термическую обработку отработанного субстрата как наиболее эффективный способ дезинфекции культивационного помещения.

Для строительства камер выращивания шампиньонницы следует применять материалы ограждающих конструкций с хорошей термо- и влагонизоляцией. По зарубежным данным, коэффициент теплопередачи (K) для ограждающих конструкций стен не должен превышать 3 кДж/(ч·м²·°С), а для перекрытия он должен быть еще ниже (около 2 кДж/(ч·м²·°С)). Современные строительные материалы типа сэндвич-панелей имеют коэффициенты теплопередачи значительно ниже указанных.

В шампиньонницах полезной площадью более 0,5 га наиболее рациональна площадь камеры 400—420 м² при пятиярусном размещении емкостей. В этом случае камера выращивания имеет размеры в плане 18×12 м (в строительных осях). Высота камеры 3,8 м.

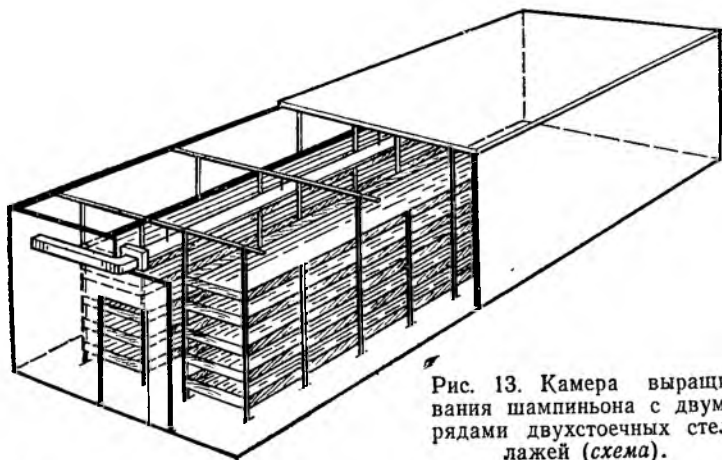


Рис. 13. Камера выращивания шампиньона с двумя рядами двухстоечных стеллажей (схема).

При строительстве шампиньонниц в подсобных хозяйствах ширину камеры выращивания принимают равной 6 м, ее длина может быть от 12 до 18 м, в зависимости от применяемых строительных конструкций (рис. 13). Строительство камер меньшей длины нерационально, так как снижается использование площади помещения.

Достаточно высокая теплоизоляция ограждающих конструкций исключает выпадение конденсата на их поверхности и тем самым предохраняет поверхность гряд с культурой от излишнего подсыхания. Поэтому поверхность ограждающих конструкций должна иметь хорошую влагонепроницаемость.

Двери камеры, как и ограждающие конструкции, должны иметь необходимую тепло- и влагонепроницаемость и обеспечивать достаточную герметичность камеры, что достигается установкой резиновой прокладки по периметру дверного полотна. Технологически наиболее удобны двери без порога. В случае, если по конструктивным особенностям порог необходим, то его высота должна быть не более 50 мм.

В современных шампиньонницах используют специальную конструкцию съемных дверей. Ширина проема составляет 4,2 м и высота 3 м. В камере шириной 6 м устанавливается одна дверь, в камере шириной 12 м — две. Размеры дверных проемов должны позволять применять средства механизации для выполнения трудоемких технологических операций. Дверь со стороны центрального коридора должна иметь ширину проема 0,9—1 м и высоту 2 м.

Пол в камере выращивания делают бетонным с очень гладкой поверхностью и минимальными уклонами в стороны проходов между парами стеллажей или контейнеров. Желательно, чтобы поверхность пола в проходах была очень тщательно отшлифована (железнение).

В полу между парами стеллажей монтируют приемные трапы системы канализации, оборудованные отстойниками и гидрозатворами.

В зависимости от способа выращивания в камере устанавливают стопы контейнеров с культурой или монтируют стационарные пятиярусные стеллажи. Конструкция стеллажей имеет важное значение, особенно в связи с разработкой средств малой механизации, для

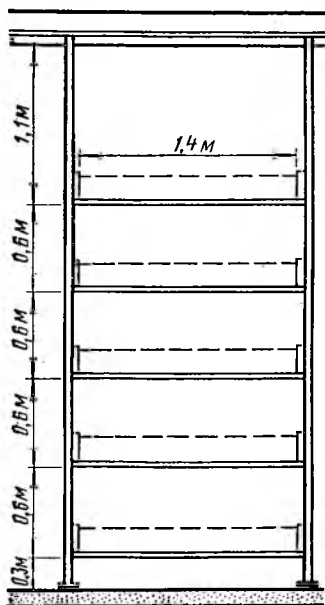


Рис. 14. Пятиярусный двух-стоечный стеллаж (схема).

выполнения технологических операций на грядках по ярусам стеллажей. В настоящее время в камерах выращивания используют двух-стоечные стеллажи. Стойки стеллажей располагают с шагом 1,5—2 м, выполняют их из оцинкованного металла или из алюминия. К стойкам крепятся конструкции ярусов стеллажа: первый ярус — на высоте 0,25—0,3 м от пола, последующие — через 0,6 м друг от друга (рис. 14). Рабочая ширина стеллажа 1,4 м. Днище яруса стеллажа выполняют из досок толщиной 3 см, металлических оцинкованных прогонов гнутого профиля или из алюминиевого профиля.

В камерах выращивания полезной площадью 400—420 м² стеллажи располагают в четыре ряда. Длина стеллажа определяется с таким расчетом, чтобы расстояние от стены до торца стеллажа было в пределах 1—1,3 м в передней части камеры и не менее 1 м в противоположном конце камеры. Ширина проходов между парами стеллажей должна быть не менее 1 м, а боковых проходов (вдоль боковых стен камеры) — 0,85—0,95 м. В камерах выращивания полезной площадью до 200 м² монтируют два ряда стеллажей. Требования к ширине продольных и поперечных проходов такие же, как указано выше.

В случае, если строительные конструкции не позволяют иметь оптимальные размеры проходов, принимают минимально допустимые их габариты и уменьшают ширину стеллажей, то есть снижают полезную площадь камеры выращивания. Уменьшать габариты проходов ниже рекомендуемых нерационально, так как это вызовет неудобства при выполнении работ, что снизит производительность труда.

Камеры выращивания оборудуют обычно одним выводом от системы водоснабжения. Вывод должен иметь запорную арматуру (вентиль) и муфту для присоединения резинового шланга.

Для проведения дезинфекции высокой температурой (70—75 °C) камеру оборудуют выводами системы пароснабжения в соответствии с теплотехническим расчетом. Поддержание и регулирование параметров микроклимата по периодам выращивания культуры осуществляется системой кондиционирования с автоматическим регулированием.

Важное значение имеет выбор искусственного освещения в камерах выращивания, так как естественный свет в них не проникает. Равномерность освещения по ярусам стеллажей может быть достигнута правильным выбором и размещением светильников в камере. Осветительные приборы должны иметь защитную термостойкую и влагонепроницаемую арматуру. Крепят их, как правило, непосредственно к ограждающим конструкциям камеры. Наиболее удобны в технологическом отношении осветительные приборы с газоразрядными лампами.

Светильники верхнего освещения размещают по перекрытию камеры над проходами между стеллажами в продольном направлении, бокового освещения — на продольных стенах камеры вертикально в шахматном порядке.

Однако достигнуть равномерного освещения ярусов стеллажей не представляется возможным, поэтому рекомендуется иметь переносные лампы, при пользовании которыми необходимо соблюдать правила техники безопасности.

Помещения для пастеризации субстрата и проращивания мицелия в контейнерах. При строительстве помещений для пастеризации субстрата и проращивания мицелия в ящиках или контейнерах (или на передвижных стеллажах-этажерках) прежде всего определяют размеры и необходимое число этих емкостей, а также способ их установки в стопы. Между рядами стоп (штабелей) оставляют пространство 0,5—0,8 м, расстояние между верхом штабеля и перекрытием помещения должно быть не менее 1 м. Контейнеры устанавливают так, чтобы между ними было небольшое пространство для свободной циркуляции воздуха.

Размер помещения определяют в соответствии с количеством емкостей в камерах для выращивания шампиньонов и способом размещения емкостей в камере пастеризации и проращивания мицелия. В связи с необходимостью поддержания высокой температуры в камере пастеризации ее ограждающие конструкции и особенно перекрытие камеры должны иметь хорошую теплоизоляцию. Размер дверного проема со стороны рабочего коридора должен позволять свободно двигаться транспортным средствам при перевозке стоп контейнеров. Необходимо предусмотреть достаточную теплоизоляцию и надежную герметичность дверей.

Как правило, камеры пастеризации субстрата и камеры проращивания мицелия строят идентично, чтобы была возможность их взаимозаменяемости.

Помещения оборудуют системой вентиляции, обеспечивающей подачу свежего или рециркуляционного воздуха (или смеси) — $250\text{--}300\text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 т субстрата. Минимальное давление 600 Па (60 мм вод. ст.). Система вентиляции включает шахту приточной вентиляции с устройством для очистки воздуха от частиц крупнее 3 мкм, клапаны для регулирования соотношения свежего и рециркуляционного воздуха, охладитель воздуха, (особенно важен для южных районов с жарким летом), пароснабжение из расчета $6\text{--}7\text{ кг}/(\text{ч} \times \text{х} \times \text{т})$, раздаточный канал приточного воздуха и канал для забора внутреннего воздуха, шахту вытяжной вентиляции. Вентилятор устанавливают за смесительной камерой свежего и рециркуляционного воздуха.

Раздаточный канал приточной вентиляции монтируют в верхней части камеры вдоль боковой стены. Отверстия или щели должны быть расположены так, чтобы подаваемый поток воздуха равномерно распределялся по длине камеры, проходил вдоль перекрытия (для съема капель воды при появлении конденсата), вниз по поверхности боковой стены и через емкости с субстратом, а затем поступал обратно.

Канал системы вытяжной вентиляции монтируют вдоль нижней части той же боковой стены, где и канал приточной вентиляции. Внутренний воздух через отверстия или щели канала направляется к вентилятору для смешивания с внешним воздухом или выбрасывается наружу через шахту вытяжной вентиляции.

Свежий воздух или в смеси с рециркуляционным

служит для регулирования температуры субстрата и снабжения микрофлоры субстрата кислородом. Использование рециркуляционного воздуха, имеющего высокое влагосодержание, позволяет избежать излишнего подсыхания субстрата и значительно снизить потери влаги.

Помещения для пастеризации субстрата и проращивания мицелия в массе представляют собой герметичные камеры, оборудованные системами вентиляции с очисткой воздуха, пароснабжения и автоматического регулирования параметров микроклимата.

Габариты помещения зависят от следующих показателей: полезной площади камеры выращивания, удельного расхода субстрата, нормы потери массы субстрата в зависимости от принятого режима и продолжительности термической обработки.

Для камеры выращивания полезной площадью 400 м² при норме расхода проросшего мицелием субстрата 85—90 кг/м² и потере массы за период термической обработки (9—10 суток) и проращивания мицелия 38—40 % необходимо 60 т субстрата. Плотность субстрата после спонтанной ферментации составляет 0,4—0,42 т/м³; высота слоя субстрата при укладке для пастеризации — 1,8—2 м. Для укладки 1 т субстрата требуется площадь 1,2—1,3 м². Следовательно, площадь помещения для 60 т субстрата составляет 72—78 м².

В разных странах были проведены испытания помещений разной ширины — от 3 до 6 м. Установлено, что для механизации процесса выгрузки субстрата наиболее рациональная ширина помещения 3 м. Такое узкое длинное помещение для пастеризации субстрата в массе называют тоннель.

Высота слоя субстрата должна быть такой, чтобы нижний его слой неслишком уплотнялся и не сдерживал аэрацию. При высоте субстрата более 2 м в результате уплотнения нижнего слоя затрудняется вентиляция, появляется большой перепад температуры между нижними и верхними слоями, возникает локальный недостаток воздуха, удлиняется процесс термической обработки и субстрат получается плохого качества.

Пол тоннеля изготавливают из деревянных или железобетонных брусев, которые укладывают со щелями шириной 1,5—2 см. Для равномерного распределения

подаваемого воздуха суммарное сечение щелей должно составлять 25—30 % площади пола тоннеля.

На рисунке 15 показана система вентиляции тоннеля, которая включает: шахту приточной вентиляции (1), где монтируют фильтры грубой и тонкой очистки воздуха (2); клапан регулирования подачи свежего воздуха (3); канал забора внутреннего воздуха тоннеля (4) с регулирующим клапаном (3); вентилятор (5); раздаточный канал (6), расположенный под щелевым полом тоннеля. Излишек воздуха из тоннеля выбрасывается в атмосферу через шахту вытяжной вентиляции (8). Производительность вентилятора, необходимая для обеспечения параметров технологического процесса, должна обеспечивать подачу воздуха 180—200 м³/ч на 1 т субстрата. Статическое давление воздуха, необходимое для преодоления сопротивления в каналах и в слое субстрата (7), в значительной степени зависит от высоты слоя, структуры и влажности субстрата. Установлено, что статическое давление, создаваемое вентилятором, должно составлять ориентировочно 1000—1300 Па (100—130 мм вод. ст.). Система отопления в тоннелях не требуется, так как в процессе пастеризации и в период проращивания мицелия достаточно тепла, выделяемого субстратом, а для увлажнения потока воздуха и корректировки его температуры достаточно

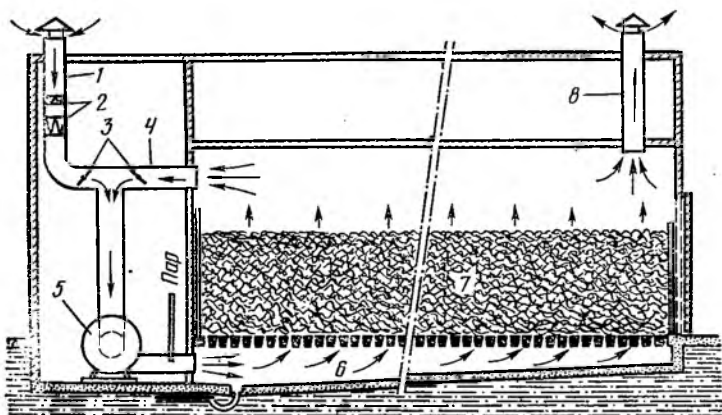


Рис. 15. Помещение (тоннель) для пастеризации субстрата и проращивания мицелия в массе (схема). Обозначения в тексте.

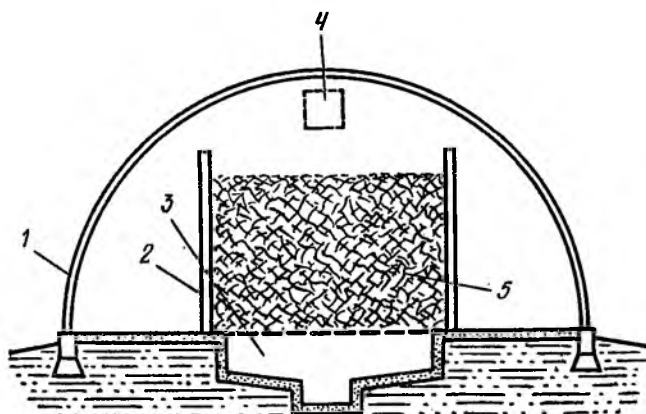


Рис. 16. Сооружение арочного типа с пленочным покрытием для пастеризации субстрата в массе (*поперечный разрез, схема*):

1 — пленочное покрытие; 2 — щиты; 3 — раздаточный канал; 4 — вытяжная вентиляция; 5 — субстрат.

системы пароснабжения. Ввод пара низкого давления (50 кПа) осуществляется непосредственно в поток воздуха за вентилятором.

Необходимость установки в системе вентиляции охлаждающего устройства зависит от зоны строительства шампиньонного комплекса. В районах северной, северо-западной и центральной зон страны, по-видимому, достаточно охлаждающего эффекта при вентиляции свежим наружным воздухом. В районах южной зоны для охлаждения субстрата нужно устанавливать охлаждающее устройство. Выбор мощности охлаждающего устройства определяют на основе теплотехнических расчетов.

В районах с мягким климатом тоннели для пастеризации субстрата и проращивания мицелия в массе можно строить из легких конструкций арочного типа с двойным покрытием непрозрачной полимерной пленкой и укладкой между ее слоями теплоизоляционного материала. Торцевые стены тоннеля выполняют из красного кирпича или жестких утепленных панелей, а арочный каркас — из деревянных деталей или металлических оцинкованных гнутых профилей (рис. 16).

Требования к конструкции системы вентиляции тоннеля не отличаются от описанных выше. Для ук-

ладки субстрата над щелевым полом монтируют плотные продольные и поперечные щиты из досок толщиной 30—40 мм. Ширину тоннеля следует выбирать соответствующей ширине захвата машин для укладки и выгрузки субстрата.

Управление температурой в процессе пастеризации субстрата и проращивания мицелия осуществляется автоматически.

ЦЕХИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СУБСТРАТА И ПОКРОВНОГО МАТЕРИАЛА



В зависимости от условий агро-климатической зоны приготовление субстрата можно проводить на открытой площадке, под навесом или в закрытом отапливаемом помещении.

Требования к условиям внешней среды в период ферментации сводятся к следующему. Компостируемая масса должна быть защищена от атмосферных осадков, прямого иссушающего воздействия ветра и солнца, а также от низкой отрицательной температуры. Важно исключить попадание в субстрат во время перебивок буртов частиц почвы, так как в дальнейшем они оказывают негативное воздействие на растущий мицелий гриба. Поэтому площадка для приготовления субстрата должна иметь твердое покрытие. В случае разового приготовления субстрата бурты можно располагать на грунтовой площадке при условии снятия верхнего слоя и тщательного выравнивания поверхности.

Площадка должна быть оборудована системой водоснабжения или организован подвоз воды для увлажнения компостируемой массы, а при использовании для перебивок машины с электроприводом — оснащена системой электроснабжения.

При организации круглогодичного выращивания шампиньонов в условиях зон с мягким климатом можно использовать навес или построить цех из легких кон-

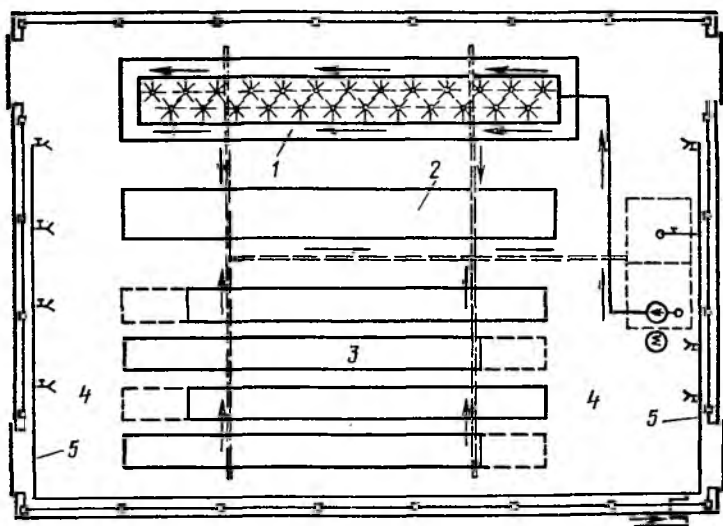


Рис. 17. Цех приготовления субстрата (схема). Обозначения в тексте.

струкций с применением листового шифера для ограждения.

В условиях зон континентального и умеренно континентального климата при промышленном выращивании шампиньонов для приготовления субстрата сооружают специальные цехи.

Цех приготовления субстрата представляет собой здание ангарного типа. Габариты цеха должны обеспечивать выполнение всех операций технологического процесса приготовления субстрата методом спонтанной ферментации (предварительное увлажнение соломы, ее размягчение и спонтанная ферментация — компостирование).

Цех приготовления субстрата рекомендуется размещать с подветренной стороны по отношению к шампиньоннице и жилой застройке на расстоянии соответственно не менее 250 м и 1 км.

В соответствии с принятой технологией в цехе приготовления субстрата (рис. 17) предусмотрены: зона для увлажнения (1) и размягчения соломы (2); зона размещения буртов для ферментации массы (3); про-

езды и разворотные площадки (4), обеспечивающие работу специальных машин и транспортных средств; система водоснабжения (5). Для технического обслуживания и мелкого текущего ремонта средств механизации имеется слесарно-механический участок, смотровая яма, помещение для хранения запасных частей, склад масел, сварочный участок, стоянка для техники. Все эти помещения должны быть изолированы от зон цеха приготовления субстрата. Кроме того, в здании цеха предусматривают санитарно-бытовые и другие помещения в соответствии с численностью работающих. Для хранения запаса исходных материалов в зоне цеха размещают площадку с твердым покрытием для соломы, площадки под навесами или склады для гипса, куриного помета и другие необходимые вспомогательные и подсобные сооружения.

При выборе объемно-планировочных решений и строительных конструкций для цеха учитывают необходимость обеспечения работы крупногабаритной техники, поэтому шаг строительных опорных колонн должен быть не менее 12 м, высота до выступающих конструкций ферм 6 м.

Размеры цеха в плане зависят от полезной площади шампиньонницы и потребности в субстрате для выращивания грибов по принятой технологии с учетом физической характеристики исходных материалов для субстрата и требований к размещению буртов при ферментации.

Площадка для увлажнения соломы должна иметь размеры из расчета на 1 т соломы 20 м², площадка для размягчения — на 1 т соломы 8 м². Для зоны ферментации потребность в площади рассчитывают исходя из нормы — на 1 т готового субстрата с учетом минимального расстояния между буртами 1 м требуется 3 м².

В продольном направлении минимальный проезд для машин и транспортных средств в цехе должен быть шириной 3,5 м. Поворотные площадки размещают в обеих торцевых частях цеха, ширина каждой из них около 7 м, что обеспечивает свободный разворот средств механизации. Число ворот и их габариты определяют с учетом габаритов машин и возможности выполнения всех технологических операций.

Строительные конструкции цеха необходимо защи-

щать от воздействия вредных газов, выделяющихся из субстрата во время ферментации.

Процесс ферментации может протекать в довольно широком диапазоне температуры окружающей среды, но оптимальная температура — от 10 до 20 °С. При низкой и особенно отрицательной температуре происходит сильное охлаждение внешней зоны бурта, увеличивается неравномерность разложения материала, а при высокой температуре снижается тяговый эффект, за счет которого внутренние части бурта получают кислород для жизнедеятельности микрофлоры.

Для создания необходимой температуры в зимнее время (10—12 °С) и удаления выделяющихся вредных газов, в первую очередь аммиака, в цехе предусматривают воздушное отопление, совмещенное с приточной или приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей примерно пятикратный обмен воздуха за 1 ч.

В цехе имеется система электроснабжения со специальными разъемами для подключения машин, работающих от электроприводов.

На рисунке 18 показана схема увлажнения соломы с помощью стационарной системы полива, смонтированной над площадкой увлажнения. В систему входят: подземный резервуар (1) из расчета 4,5—5 м³ на 1 т соломы; два насоса (2), один из которых резервный; трубопроводы (3) поливочной системы с распыляющими насадками (4). Для отвода в подземный резервуар стоков из соломы (5) в полу цеха предусматривают

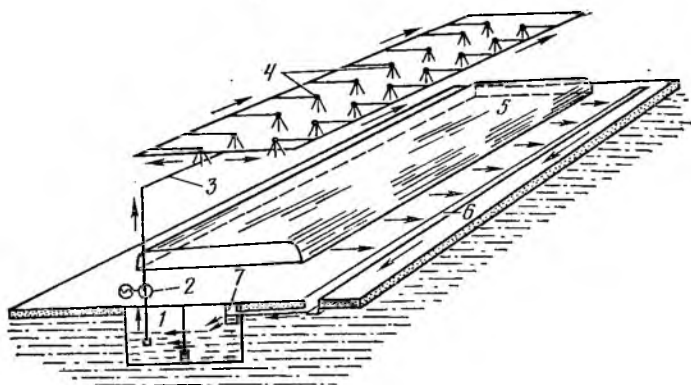


Рис. 18. Система увлажнения соломы (схема). Обозначения в тексте.

лотки (6), которые сверху по уровню пола закрывают металлическими решетками. В системе отвода стоков перед подземным резервуаром устанавливают коробчатый фильтр (7) для очистки стекающей жидкости от крупных механических частиц. Фильтр должен быть из некоррозируемого материала с перфорированными стенками. Диаметр отверстий 4—5, расстояние между центрами отверстий 8—10 мм. Общая площадь перфорированной поверхности фильтра для 1 га шампиньонницы составляет примерно 15 м². Такой же фильтр и в подземном резервуаре, этот фильтр разделяет резервуар на две примерно равные части.

Подпитка резервуара водой осуществляется от системы водопровода. Для контроля за уровнем воды в резервуаре, включения и выключения подачи воды (при достижении верхнего уровня) предусматривают систему автоматики.

В цехе приготовления субстрата имеются 3—4 вывода водопровода с запорной арматурой и муфтами для подсоединения шлангов при увлажнении субстрата во время перебивок буртов, а также при мойке пола и машин.

Санитарно-бытовые, подсобные и вспомогательные помещения оборудуют системами отопления, горячего и холодного водоснабжения, электроснабжения, вентиляции и канализации в соответствии с требованиями действующих строительных норм и правил (СНиП).

Механизация трудоемких процессов в цехе приготовления субстрата. Процесс приготовления субстрата связан с выполнением таких трудоемких работ, как погрузка и транспортировка соломы с места ее хранения в цех, разгрузка соломы, оправка ее на площадке для увлажнения, погрузка и внесение куриного помета, смешивание соломы с куриным пометом, перемещение и оправка смеси в рыхлый бурт, погрузка массы в машину при формировании буртов, перебивка буртов и погрузка готового субстрата в транспортные средства. Годовой объем погрузочных работ для шампиньонницы полезной площадью 1 га составляет (тыс. т): солома и куриный помет — по 3; перемещение массы — 16,5; погрузка массы в машину для формирования буртов — 16,5; перебивка буртов — 12; погрузка готового субстрата в транспортные средства —

8,5—9. Таким образом, общий объем всех работ — около 60 тыс. т.

Выполнение этих работ в предусмотренные технологическим процессом сроки возможно только при использовании современных высокопроизводительных машин.

Погрузочные работы в цехе приготовления субстрата проводят фронтальным погрузчиком ТО-6А со специально изготавливаемыми вилами. Погрузчик ТО-6А представляет собой колесное шасси с жесткой рамой, на которой расположены силовая установка, кабина с органами управления и контроля, трансмиссия, гидравлическая и пневматическая системы, портал с погрузочным навесным оборудованием.

Фронтальный погрузчик на базе ТО-6А имеет следующую техническую характеристику:

Максимальная грузоподъемность, т	2
Грузоподъемность, т:	
сухая солома	0,35
влажная солома, готовый субстрат	0,70
Производительность, т/ч:	
сухая солома	13
смесь влажной соломы с куриным пометом	30
готовый субстрат	До 60
Рабочая зона обслуживания, м ² :	
сухая солома	650
смесь влажной соломы с курины пометом	500
готовый субстрат	25—90
Вместимость рабочего органа, м ³	0,89
Максимальная высота погрузки, мм	2520
Максимальная высота машины с запрокинутым рабочим органом, мм	4500
Габариты в транспортном положении, мм	6050×2200× ×2880
Эксплуатационная масса, кг	7000
Удельный расход топлива, кг/т	0,42
Обслуживающий персонал, чел.	1

Для погрузки гипса в бункер перебивочной машины можно применять ковшовый погрузчик ПКУ-0,8 на базе колесного трактора МТЗ-80/82 или ЮМЗ-6М/Л (см. с. 58).

Формирование буртов из смеси увлажненных исходных материалов, а также перебивку буртов в период ферментации выполняют с помощью компостоприготовительного комбайна КПК-30 конструкции

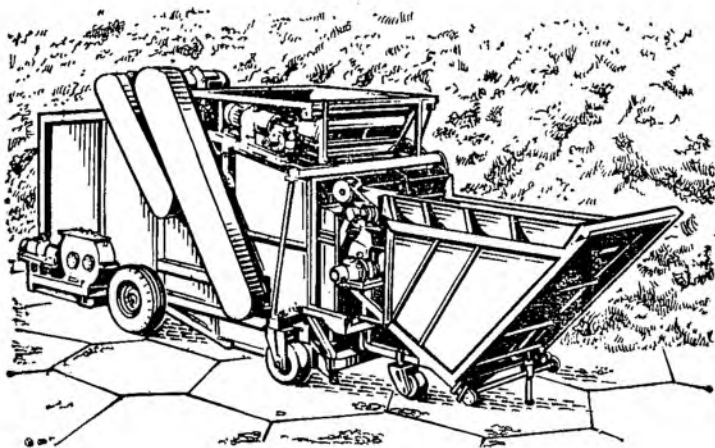


Рис. 19. Компостоприготовительный комбайн.

ВИСХОМ (рис. 19). Техническая характеристика этого комбайна следующая:

Производительность за 1 ч чистой работы, т:	
при формировании бурта	15
при перебивке бурта	30
Привод машины	Электрический
Суммарная мощность электродвигателей, кВт:	
при формировании бурта	25
при перебивке бурта	22
Габариты машины, мм:	
при формировании бурта	9170×3360× ×3300
при перебивке бурта	6720×3360× ×3300

Внесение куриного помета на слой соломы после ее увлажнения и уплотнения проводят разбрасывателем твердых органических удобрений РОУ-6 в агрегате с трактором МТЗ-80/82. Краткая техническая характеристика машины РОУ-6 приведена ниже:

Производительность за 1 ч чистой работы, т	До 50
Грузоподъемность, т	6
Привод	От ВОМ
Габариты, мм	6000×2150×1670

Оправку соломы на площадке увлажнения, ее уплотнение, перемешивание соломы с куриным пометом, перемещение смеси соломы с куриным пометом и оп-

равку бурта для размягчения соломы выполняют колесными тракторами МТЗ-80/82 и ЮМЗ-6М/Л с бульдозерной навеской.

Цех приготовления покровного материала. Для цеха сооружают здание ангарного типа. В цехе должны быть предусмотрены: зона складирования и хранения трехмесячного запаса исходных компонентов, зона приготовления и временного (до семи дней) хранения готового покровного материала, площадка для стоянки машин и сквозной проезд для транспортных средств. Для шампиньонницы полезной площадью, например, 1 га площадь цеха приготовления покровного материала составляет 800—850 м². Высота цеха до выступающих конструкций ферм должна быть не менее 4,8 м, чтобы обеспечить выполнение работ крупногабаритной техникой.

В зависимости от местных условий цех приготовления покровного материала может быть отдельно стоящим зданием или сблокирован с цехом приготовления субстрата, но при этом цехи разделяют стеной до элементов кровли.

В зонах континентального и умеренно континентального климата для строительства здания цеха приготовления покровного материала используют железобетонные панели в качестве стеновых ограждающих конструкций. В зонах умеренного климата возможно применение легких, менее дорогостоящих строительных материалов.

При организации подсобных хозяйств промышленных предприятий цехами приготовления покровного материала могут служить помещения и сооружения, не используемые по их прямому назначению.

Цех приготовления покровного материала оборудуют системами обогрева и вентиляции, чтобы обеспечить температуру в здании 15°C и двух-, трехкратный обмен воздуха за 1 ч, а также системой водоснабжения в соответствии с удельным расходом воды для увлажнения покровного материала 1,7—2 л/с, системой канализации.

В системе водоснабжения необходимо предусматривать не менее двух выводов с запорной арматурой и муфтами, к которым подсоединяют шланги для мойки пола в цехе и подачи воды с целью увлажнения покровного материала в смесительном барабане машины.

В системе электроснабжения должны быть разъемы для подключения машины, приготовляющей покровный материал. В цехе создают равномерное освещение. Светильники подвешивают на такую высоту, чтобы была возможность эксплуатации средств механизации.

Пол в цехе делают с твердым покрытием, гладкой поверхностью, для стока воды предусматривают минимальные уклоны в сторону приемных трапов.

Механизация трудоемких процессов в цехе приготовления покровного материала. Процесс приготовления покровного материала включает: погрузку исходных сыпучих веществ (торфа, мелкодробленого известняка, мергеля или доломита), их тщательное перемешивание, увлажнение и подачу в транспортное средство, в емкости или ссыпание в кучу, в зависимости от технологического процесса.

Погрузку исходных компонентов с мест их хранения в приемный бункер машины для приготовления покровного материала выполняют ковшовым тракторным погрузчиком типа ПКУ-0,8 на базе колесного трактора ЮМЗ-6М/Л, имеющим следующую техническую характеристику:

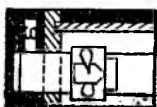
Производительность за 1 ч работы, т	До 48
Грузоподъемность, кг	750
Вместимость ковша, м ³	0,5; 0,75
Масса, кг	5700
Габариты, м	6480×2100× ×3900
Мощность двигателя, кВт	41,1 (60 л.с.)
Высота погрузки, м	3,3

Погрузку исходных компонентов можно также выполнять тракторным фронтальным погрузчиком на базе погрузчика ТО-6А (см. с. 55).

Приготовление покровного материала проводят машиной МПЗ-30, имеющей следующую техническую характеристику:

Производительность за 1 ч, т	25
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	16
Тип машины	Передвижная
Габариты в рабочем состоянии, мм	4500×3500× ×2300

МИКРОКЛИМАТ КУЛЬТИВАЦИОННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ



Применение вентиляции помещений при выращивании шампиньона считали необходимым еще в первой половине прошлого столетия.

Е. Ламберт показал, что в процессе выращивания шампиньона продуцируемая субстратом и культурой углекислота при недостаточной вентиляции накапливается в субстрате и воздухе помещения, что приводит к формированию плодовых тел ненормальной формы с тонкими удлиненными ножками.

Позднее С. Мидлебруком и И. Стореем было показано, что для обеспечения нормальных условий выращивания шампиньона в помещениях с многоярусным размещением емкостей (ящиков или стеллажей) следует создавать определенное отношение объема воздуха к площади гряд.

При отношении объема воздуха к площади гряд менее $1,2 - 1,5 \text{ м}^3/\text{м}^2$ урожай шампиньонов заметно падает и для повышения его уровня требуется дополнительная вентиляция помещения. Установленное отношение длительное время служило критерием для разработки конструкции шампиньонниц с естественной вентиляцией.

Во второй половине 50-х годов для вентиляции помещений в шампиньонницах стали применять принудительную систему вентиляции, что позволило получать более высокие и стабильные урожаи шампиньонов.

Дальнейшие углубленные исследования показали, что окружающая среда и шампиньон находятся в тесной взаимосвязи. Вегетативный рост мицелия шампиньона, плодообразование и рост плодовых тел, а следовательно, и уровень плодоношения в значительной

степени зависят от воздействия факторов окружающей среды.

Взаимосвязь факторов окружающей среды и их влияние на развитие культуры называют микроклиматом.

Под микроклиматом культивационного сооружения для выращивания шампиньонов понимают совокупность физического состояния и химического состава воздушной среды ограниченного объема помещения — температуры, влажности, количества вредных газов (CO_2 , NH_3 , H_2S и др.), а также содержания микроорганизмов.

Кроме того, к микроклимату в шампиньоннице следует отнести движение воздуха, его скорость и направление.

Микроклимат культивационного помещения определяется биологическими и физиологическими особенностями шампиньона, активностью микробиологических процессов, происходящих в субстрате, метеорологическими и техническими факторами.

Биологические и физиологические особенности шампиньона, связанные с микроклиматом: требования к температуре, влажности, скорости движения воздуха и содержанию газов в воздухе помещения по периодам роста и развития культуры, а также к содержанию в воздухе различных микроорганизмов; количество тепла, влаги и газов, выделяемых грядами с развивающейся культурой, как конечных продуктов метаболизма.

Метеорологические факторы: условия наружного климата, которые воздействуют на микроклимат культивационного помещения через ограждающие конструкции здания и вентиляцию.

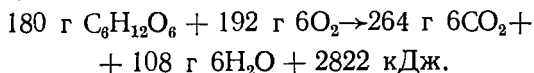
Технические факторы: конструктивные особенности здания, размеры и теплоизоляция ограждающих конструкций; отопление и вентиляция (или кондиционирование).

Существенным фактором, влияющим на сохранение культуры от различных грибных и бактериальных заболеваний, служит содержание микроорганизмов в воздухе.

На параметры микроклимата в культивационном помещении непосредственно влияют выделяемые грядами с культурой тепло, влага и газы. Интенсивность их выделения зависит от массы субстрата, укладываемого

мой на единицу площади, а также от температуры субстрата и воздуха помещения в соответствии с периодом технологического процесса и активности микрофлоры в субстрате.

Количество тепла, влаги и газообразных продуктов метаболизма определяет уровень необходимого воздухообмена в культивационном помещении. Энергетическим источником для жизнедеятельности микрофлоры субстрата и мицелия шампиньона служат углеродсодержащие вещества субстрата, при разложении которых выделяются теплота, влага и углекислый газ. Процесс разложения углеродсодержащих соединений в конечной фазе можно представить как окисление глюкозы:



Естественно, что в процессе метаболизма принимают участие не только простые углеводы, но и более сложные, например, целлюлоза и лигнин-гумусовый комплекс, образующийся при ферментации субстрата. При разложении сложных углеродсодержащих соединений теплота, воды и углекислого газа выделяется примерно на 10 % больше, чем от разложения простых углеводов.

Образующаяся в процессе метаболизма теплота расходуется на поддержание процессов жизнедеятельности микрофлоры и мицелия шампиньона внутри субстрата (внутренний потребитель энергии), на процесс испарения воды грядками (скрытое тепло) и на подогрев воздуха помещения (свободное или ощущаемое тепло). Из общего количества выделяемой теплоты примерно 25—30 % потребляется на внутренние процессы, около 50 % расходуется на испарение воды грядками, остальная часть поступает в виде свободного тепла в окружающую среду. Следовательно, в тепловом балансе культивационного помещения непосредственно участвует свободное и скрытое тепло.

Выделяемая при метаболизме углекислота накапливается внутри слоя субстрата, проникает через слой покровного материала в окружающую среду и рассеивается в ней, при этом увеличивается концентрация CO_2 в воздухе культивационного помещения. Изменение концентрации углекислого газа и температуры

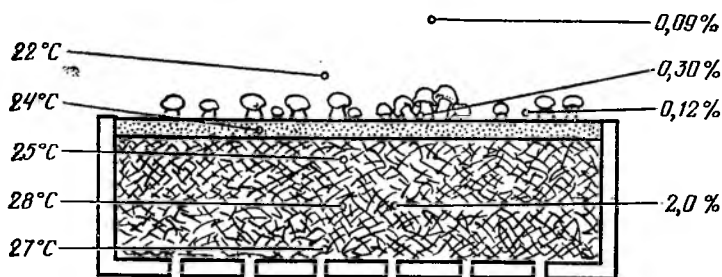


Рис. 20. Температура и концентрация CO_2 в субстрате и окружающем воздухе культивационного помещения.

в субстрате, зоне роста плодовых тел и в окружающем воздухе показано на рисунке 20.

Немаловажное значение в тепловом балансе имеют потери воды. Вода из гряд теряется за счет выноса ее с урожаем и испарения. Вынос воды с урожаем составляет 0,9 л на 1 кг продукции, а потери в результате испарения зависят от температуры, скорости потока и влажности воздуха над грядами. Следовательно, потери воды при испарении связаны с уровнем воздухообмена культивационного помещения, характерного для технологического процесса в определенный период выращивания культуры.

Шампиньон характеризуется неодинаковыми требованиями к условиям внешней среды в различные периоды технологического процесса его выращивания. Поэтому выращивание культуры целесообразно подразделить на следующие основные периоды:

спонтанная ферментация — фаза 1 приготовления субстрата;

термическая обработка субстрата — фаза 2 приготовления субстрата;

прорастание мицелия в субстрате;

рост мицелия в субстрате и покровном материале;

плодообразование;

рост плодовых тел до первого сбора урожая;

плодоношение и сбор урожая.

Успех выращивания шампиньона во многом зависит от первых двух периодов, с которыми связано качество субстрата. Поэтому при его ферментации и тер-

мической обработке важно создавать оптимальные условия внешней среды для протекания микробиологических процессов и для получения субстрата высокого качества.

Фаза вегетативного роста мицелия включает прорастание мицелия в субстрате и рост мицелия в субстрате и покровном материале.

В течение первых трех периодов все процессы протекают в субстрате, а функции внешней среды ограничены только определенным влиянием на активность микробиологических процессов и мицелия в субстрате. В период роста мицелия в субстрате и покровном материале значительно возрастает роль условий внешней среды, так как они уже не только влияют на субстрат, но и начинают оказывать прямое воздействие на культуру шампиньона.

В генеративной фазе важны три периода, от плодообразования до завершения плодоношения. Начиная с периода плодообразования все важные процессы роста переходят из внутренних зон субстрата и покровного материала во внешнюю зону над слоем покровного материала и условия внешней среды становятся контролем (регулятором) развития плодовых тел.

Кроме основных периодов процесса выращивания, имеются переходные периоды, довольно короткие во времени, когда в культивационном помещении необходимо перейти от одного режима температуры к другому.

Во время термической обработки субстрата весь технологический процесс подразделяется на этапы:

разогрев субстрата после наполнения помещения до температуры пастеризации — примерно от 40 до 56 °C за 5—8 ч;

пастеризация субстрата при температуре 56—60 °C в течение 6—8 ч;

охлаждение субстрата от 58 до 52 °C за 24—36 ч;

период кондиционирования при температуре субстрата 50—54 °C при медленно снижающейся температуре (минимально 48 °C в конце периода) в течение 4—8 суток;

охлаждение субстрата от 48 до 25 °C в течение 18—24 ч.

Между периодами роста мицелия в субстрате и покровном материале и плодообразованием имеется пе-

переходный период — охлаждение субстрата от 25 до 20 °С.

При выращивании шампиньонов важную роль играет скорость потока воздуха над поверхностью гряд. Е. Б. Ламберт установил, что при увеличении влажности воздуха в культивационном помещении допустима и более высокая скорость потока над грядами. При влажности воздуха 70 % скорость движения воздуха должна быть 0,15—0,3 м/с, 80—85 % — 0,6 и 90—95 % — до 2,4 м/с. Более высокая скорость воздушных потоков допустима только в периоды, когда на грядах отсутствует плодоношение. Если плодовые тела на грядах имеются, то скорость воздушных потоков стремятся уменьшить до 0,2—0,3 м/с, что вполне достаточно для необходимого массообмена между субстратом и воздухом помещения.

В основные периоды (пастеризация субстрата и кондиционирование, вегетативный рост мицелия, плодоношение) подаваемый воздух регулирует температуру помещения и субстрата; обеспечивает выравнивание условий во всех точках помещения; снабжает кислородом развивающиеся в субстрате мицелий шампиньона и микроорганизмы; удаляет из субстрата и прилегающей к нему микрозоны выделяющиеся газообразные продукты метаболизма, прежде всего углекислый газ.

В переходные периоды с помощью подаваемого воздуха охлаждают помещение и субстрат.

В зависимости от размеров культивационных помещений и их числа возможно использование различных способов и систем вентиляции. В камерах выращивания полезной площадью до 100 м² при ограниченном их числе (3—5 камер в шампиньоннице) обычно применяют наиболее простую систему принудительной вентиляции, которая включает вентилятор, монтируемый в верхней части торцевой стены, с раздаточным каналом или без него. Вентилятор забирает наружный свежий воздух через вентиляционное окно, прогоняет его вдоль камеры выращивания, излишки воздуха удаляются из помещения через вентиляционную фрамугу или шахту вытяжной вентиляции, расположенную в противоположной от приточного вентилятора торцевой стене камеры. Такая система работает без циркуляции и увлажнения воздуха. Обогрев помещения ве-

дятся через систему труб, расположенных в нижней части камеры вдоль боковых стен.

К существенным недостаткам этого способа вентиляции относятся невозможность регулирования параметров микроклимата в культивационном помещении и опасность подсыхания субстрата на грядках, особенно в период работы системы обогрева. Система вентиляции без регулирования параметров микроклимата может быть использована при экстенсивном выращивании культуры в небольших наземных приспособленных помещениях, подвалах, подземных выработках и т. д.

В современных шампиньонницах с камерами выращивания полезной площадью 200—400 м² необходимо применять систему кондиционирования воздуха. При этом не только поддерживаются на определенном уровне параметры микроклимата, но и регулируются уровни температуры, влажности, газового состава, а также чистота воздуха в камерах выращивания; создается оптимальная скорость движения воздушных потоков над грядками.

Система кондиционирования в камере выращивания независимо от способа выращивания и размеров помещения имеет следующее принципиальное устройство. В верхней части торцевой стены камеры монтируют кондиционер (или кондиционер-доводчик при подаче воздуха от центрального кондиционера), включающий элементы подогрева, охлаждения и увлажнения воздуха, смесительную камеру с регулирующим клапаном для смешивания свежего наружного и рециркуляционного воздуха, вентилятор, выпрямитель потока воздуха и перфорированный раздаточный канал (рис. 21).

В камерах площадью 200 м² с двумя рядами стеллажей (или контейнеров) в системе кондиционирования используют один вентилятор и один перфорированный раздаточный канал. В камерах полезной площадью 400 м² с четырьмя рядами стеллажей монтируют два или три перфорированных раздаточных воздуховода и один или несколько (по числу воздуховодов) вентиляторов.

В небольших шампиньонницах с 1—4 камерами выращивания можно применять местные кондиционеры для каждой камеры, которые должны свежий наружный воздух доводить до требуемых параметров в любое

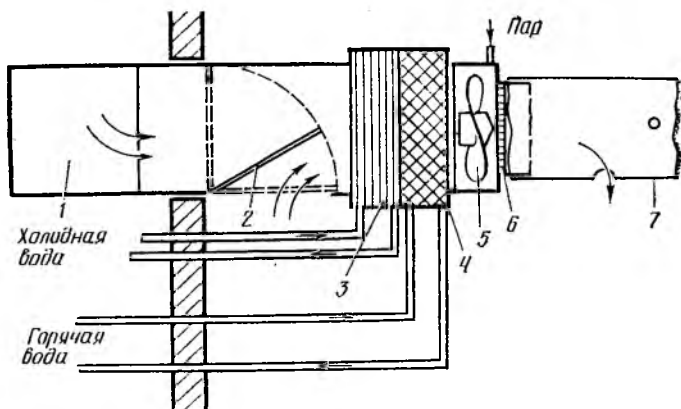


Рис. 21. Схема системы кондиционирования в камере выращивания:

1 — магистральный воздуховод; 2 — регулирующий клапан; 3 — поверхностный охладитель; 4 — поверхностный нагреватель; 5 — вентилятор; 6 — выпрямитель потока воздуха; 7 — раздаточный воздуховод.

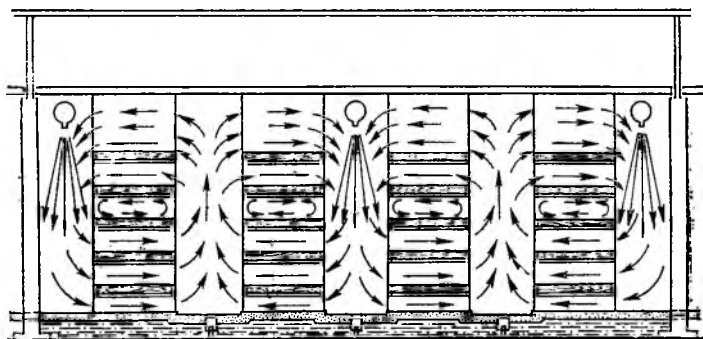


Рис. 22. Схема движения потоков воздуха в камере выращивания с четырьмя рядами стеллажей.

время года. В шампиньонницах с четырьмя и более камерами целесообразно использовать обработку наружного воздуха центральным кондиционером, а в камерах иметь кондиционеры-доводчики для регулирования параметров воздуха в соответствии с требованиями культуры по периодам технологического процесса выращивания.

Избыточное количество воздуха из камеры выращивания может сбрасываться в атмосферу через шахту естественной вытяжной вентиляции, по так называемой системе избыточного давления, или вытяжным вентилятором. Однако в любом случае система приточно-вытяжной вентиляции должна быть отрегулирована так, чтобы в камере постоянно создавалось незначительное избыточное давление. Это позволяет избежать подсасывания в камеру внешнего воздуха и предотвратить возможное заражение культуры грибными заболеваниями во время ее выращивания. Шахту вытяжной вентиляции, как правило, монтируют в торцевой стене (противоположной приточной установке) камеры выращивания.

Вентилятор должен обеспечивать подачу воздуха (по рециркуляции) в пределах 150—200 м³/ч на 1 т субстрата (до пастеризации) при однозональной системе выращивания и 90—100 м³/ч на 1 т — при многозональной системе.

Количественно подачу воздуха в различные периоды технологического процесса регулируют изменением производительности вентилятора, а качественно — клапаном, изменяющим соотношение объемов свежего наружного и рециркуляционного воздуха, а также включением элементов подогрева или охлаждения кондиционера-доводчика и пуском пара для воздействия на влажность воздуха.

Производительность элемента подогрева воздуха должна обеспечивать повышение температуры потока на 10 °С при работе вентилятора с максимальной подачей воздуха, а производительность элемента охлаждения — снижение температуры потока не менее чем на 10 °С.

Для распределения воздуха по объему помещения применяют перфорированный воздуховод из полимерной пленки диаметром 0,35—0,38 м или из некоррозируемого жесткого материала. Пленочный воздуховод

должен иметь перфорацию для раздачи воздуха, направленную вниз по вертикали, диаметр отверстий 0,05 м, расстояние между отверстиями 0,5 м, а также верхнюю перфорацию под углом около 40° к вертикали по обеим сторонам воздуховода с диаметром отверстий 0,03 м и расстоянием между ними 1 м. Для уменьшения угла разброса струй нижние отверстия имеют патрубки длиной 0,10—0,12 м, что снижает обдув гряд по ярусам стеллажей прямыми потоками воздуха.

Схема распределения потоков воздуха в камерах выращивания при распределении воздуха через перфорированный воздуховод показана на рисунке 22.

Управление системой кондиционирования автоматизировано. С помощью системы автоматики задают необходимые значения температуры, влажности воздуха, а также положение регулирующего клапана и производительность вентилятора (рис. 23). В системах тепло-, холодо- и пароснабжения монтируют исполнительную автоматическую арматуру — соленоидные или пропорциональные клапаны, помпу на системе подо-

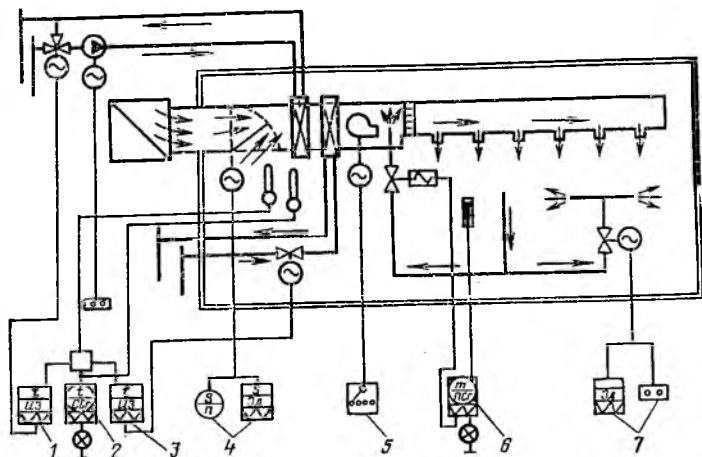


Рис. 23. Функциональная схема системы автоматического регулирования параметров микроклимата в камере выращивания:

1, 3 — электронный регулятор температуры; 2 — автоматический регистрирующий и сигнализирующий мост; 4 — блок дистанционного управления регулирующим воздушным клапаном с указателем его положения; 5 — переключатель скорости электродвигателя вентилятора; 6 — регулирующий блок влажности воздуха; 7 — блок управления подачей пара при термической обработке камеры.

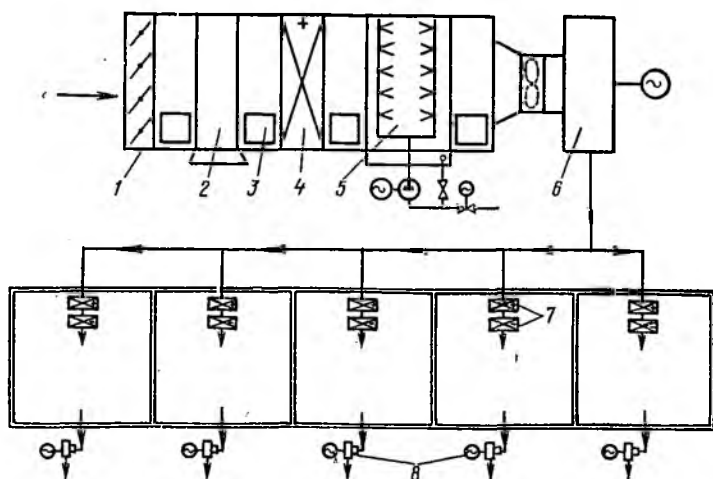


Рис. 24. Схема системы кондиционирования цеха выращивания грибов:

1 — жалюзи; 2 — секция фильтров; 3 — секция обслуживания; 4 — теплообменник; 5 — камера орошения; 6 — вентилятор; 7 — кондиционер-доводчик; 8 — вытяжные вентиляторы.

грева, механизм угла поворота смесительного воздушного клапана.

Для пропаривания субстрата в конце оборота культуры устраивают систему пароснабжения с выпуском пара непосредственно в камеру с субстратом. Паропровод также оборудуют запорной арматурой с автоматическим управлением.

В камерах выращивания с принудительной вытяжной вентиляцией вентиляторы системы блокируют с приточными вентиляторами и их режим работы должен быть синхронным, а производительность должна быть ниже, чем приточных, чтобы создавать и поддерживать в камерах необходимое избыточное давление воздуха.

Для централизованной обработки наружного воздуха и последующего его распределения по камерам выращивания через магистральный воздуховод используют секционный приточный кондиционер. Схема системы кондиционирования камер с централизованной обработкой воздуха в цехе выращивания грибов показана на рисунке 24.

Центральный кондиционер служит для обеспечения подачи в камеры выращивания необходимого количества обработанного наружного воздуха с температурой $(12 \pm 1)^\circ\text{C}$ и влажностью $(80 \pm 5)\%$; воздух должен быть очищен от пыли и частиц размером более 3 мкм не менее чем на 97 %.

Система кондиционирования в шампиньоннице круглогодовая. Поэтому кондиционер по производительности секций подбирают на основе расчетов комплексных процессов обработки воздуха для теплого и холодного периодов года. При этом исходят из средней нормы подачи воздуха 6—7 м³/ч на 1 м² полезной площади шампиньонницы.

В соответствии с заданными параметрами подаваемого воздуха наружный воздух в кондиционере проходит подогрев или охлаждение, увлажнение или осушение. Нагревается воздух с помощью поверхностных теплообменников (секций подогрева). Теплоносителем, как правило, служит вода, нагретая до температуры 90—130 °C. В зависимости от мощности теплообменников и климатических особенностей местности в кондиционерах устанавливают одну или две секции подогрева.

Охлаждение воздуха происходит в камерах орошения при использовании артезианской воды или в поверхностных теплообменниках с помощью холодильных машин. В первом случае воздух увлажняется в камерах орошения, во втором — насыщенным паром низкого давления.

Для очистки воздуха используют сухие механические фильтры. При этом первая ступень фильтра служит для грубой очистки воздуха, а вторая — для тонкой (микробиологической очистки).

Центральный кондиционер должен обеспечивать подачу количества воздуха в зависимости от числа камер выращивания, периодов технологического процесса в них, а также от тепло-, газо- и влаговыделений в данный период времени в каждой камере выращивания, то есть от активности субстрата и уровня формируемого урожая. Для этого в кондиционере можно изменять производительность вентилятора с помощью направляющего аппарата, гидромуфты или индукторной муфты. В качестве камеры статического давления может служить магистральный воздуховод. При ис-

пользовании в кондиционере двигателя постоянного тока количество подаваемого воздуха регулируется системой автоматического управления.

В небольших и среднего размера шампиньонницах для регулирования количества подаваемого воздуха применяют кондиционер с рециркуляцией. Для рециркуляции направляют избыток воздуха из центрального воздуховода, и давление потока воздуха в нем поддерживается в заданных пределах.

СОСТАВ И СПОСОБЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СУБСТРАТА



Субстрат (компост) служит средой обитания шампиньона в течение всего периода выращивания гриба. От состава, структуры, влажности, воздухопроницаемости субстрата, кислотности его среды, содержания в нем элементов питания зависит возможность создания необходимых условий для развития гриба. Из субстрата мицелий шампиньона получает воду, кислород, питательные вещества. В то же время мицелий гриба и обитающие в субстрате микроорганизмы в процессе своей жизнедеятельности выделяют в субстрат конечные продукты обмена веществ (метаболиты), которые постоянно должны нейтрализоваться из-за их негативного влияния на мицелий шампиньона. Следовательно, субстрат выполняет целый комплекс функций, обеспечивая оптимизацию факторов роста и развития гриба.

В процессе ферментации материалов, пастеризации субстрата и кондиционирования, а также в период выращивания культуры постоянно происходят потери воды и органических веществ из субстрата. И. П. Г. Герритс провел расчеты средних потерь массы субстрата, воды и органических веществ в основные периоды выращивания шампиньона (табл. 5).

Существует зависимость между массой субстрата, точнее, между количеством сухого вещества на едини-

5. Изменение массы и состава субстрата в периоды его подготовки и выращивания культуры, кг (усредненные данные)

Период	Общее количество	Вода	Органические вещества	Зола
Формирование бурта	165	120	35	10
Наполнение камеры субстратом для пастеризации	100	70	20	10
Посев мицелия и его проращивание в субстрате	70	45	15	10
Конец цикла выращивания (урожай 20 кг с 1 м ²)	45	25	10	10

це площади и урожаем гриба. На основании обобщения многочисленных данных подсчитано, что на формирование 1 кг плодовых тел расход сухого вещества составляет 220 г, из них 90 г приходится на вынос с урожаем и 130 г расходуется на энергетические процессы.

Выход урожая с единицы площади растет пропорционально увеличению количества субстрата, а максимальный выход урожая на единицу массы субстрата наблюдается при использовании 80 кг свежего (непастеризованного) субстрата на 1 м². При дальнейшем увеличении расхода субстрата на единицу площади урожай с единицы массы субстрата уменьшается.

Однако при выращивании шампиньона получение самого высокого урожая с единицы массы субстрата или с единицы площади при увеличении расхода субстрата не имеет такого важного значения, как оптимальное сочетание всех факторов, обеспечивающих возможность практического управления процессом выращивания. Наиболее важный фактор, ограничивающий увеличение расхода субстрата на единицу площади, — температура в слое субстрата. Увеличение расхода субстрата на единицу площади также затрудняет пастеризацию и кондиционирование в связи с необходимостью создания большой разницы температуры слоя субстрата и окружающего воздуха для обеспечения конвекционного притока воздуха в слой субстрата. На основании расчетов и практики выращивания установлено, что оптимальный расход субстрата составляет 100—120 кг на 1 м².

При пастеризации субстрата в массе проблема создания условий, обеспечивающих приток воздуха

в слой субстрата, не возникает, так как воздух подается с помощью принудительной вентиляции. Поэтому расход субстрата на единицу площади при выращивании культуры может быть увеличен на 30—50 %.

Материалы для приготовления субстрата. Долголетняя практика выращивания шампиньона показала, что наилучшая питательная среда для него — ферментированный солоmistый конский навоз, получаемый при стойловом содержании животных. Однако не любой конский навоз пригоден для приготовления шампиньонного субстрата. Доказано, что качество навоза зависит от различных причин, в том числе от времени года, рациона кормления лошадей, что, в свою очередь, связано с целями использования животных. Наибольшую ценность представляет солоmistый навоз от скаковых лошадей, когда в рационе их кормления было достаточное количество комбикорма. Применение в качестве подстилки древесных опилок позволяет получать навоз, качество которого для приготовления субстрата уступает навозу на соломенной подстилке. Навоз лошадей, используемых на сельскохозяйственных работах, как правило, «тяжелый», так как животные получают в рационе больше зеленых кормов и мало концентрированных.

Для подстилки предпочтительнее использовать солому ржи или пшеницы, солома ячменя и овса быстро впитывает в себя жидкость, легко размягчается и теряет необходимую структуру.

Готовить субстрат для выращивания шампиньонов лучше из свежего навоза или, по крайней мере, хранившегося не более двух недель, так как в процессе длительного хранения навоз разлагается и его качество снижается в связи с потерей структуры.

Химический состав конского навоза значительно колеблется в зависимости от качества и вида кормов, а также рациона кормления. По данным ВИУА, содержание питательных веществ в свежем конском навозе может колебаться в следующих пределах (%): азот общий — 0,32—0,84; фосфор (P_2O_5) — 0,18—0,68; калий (K_2O) — 0,23—0,8.

При недостатке конского навоза в качестве его заменителей может быть использован навоз других сельскохозяйственных животных на соломенной подстилке, однако структура других видов навоза уступает кон-

6. Состав разных видов свежего навоза на соломенной подстилке, % (данные НИУИФ, ВИАУ и других учреждений)

Составная часть	Конский	Крупного рогатого скота	Овец	Свиней	Смешан- ный
Вода	72,0	77,30	64,60	72,40	75,0
Органические ве- щества	24,50	20,30	31,80	25,00	21,0
Азот:					
общий	0,52	0,45	0,83	0,45	0,50
белковый	0,33	0,28	—	—	0,31
аммиачный	0,15	0,14	—	0,20	0,15
Фосфор (P_2O_5)	0,31	0,23	0,23	0,19	0,25
Калий (K_2O)	0,60	0,50	0,67	0,60	0,60
Кальций (CaO)	—	0,40	0,33	0,18	0,35
Магний (MgO)	—	0,11	0,18	0,09	0,15

скому, хотя по содержанию основных элементов питания различия незначительны (табл. 6). Кроме того, конский навоз содержит микроорганизмы, которые способствуют активизации процесса ферментации.

Навоз крупного рогатого скота и свиней содержит больше воды и некоторых других питательных веществ по сравнению с конским, но оба вида навоза очень вязки, почти не пропускают воздух, поэтому разогреваются слишком медленно и плохо ферментируются. В связи с этим они менее пригодны для приготовления шампиньонного субстрата. Однако навоз крупного рогатого скота и свиней можно использовать для приготовления субстрата в качестве компонентов с соломой и другими материалами.

Определенный интерес для приготовления шампиньонного субстрата представляет навоз овец. Он имеет структуру, близкую к конскому, содержит больше азотистых веществ, легкий и быстро разогревается при ферментации.

Использование того или другого вида навоза для приготовления субстрата связано с разработкой определенной технологии его ферментации.

Хороший материал для шампиньонного субстрата — солома злаковых культур. По химическому составу солома различных злаков отличается незначительно, но существенно — по скорости разложения и сохранению структуры.

Солома злаков содержит большое количество угле-

водов, калия, кальция и других зольных элементов, необходимых для шампиньона. Обладая хорошей воздухопроницаемостью, солома ферментируется довольно медленно из-за низкого содержания азотистых веществ и отсутствия в ней необходимой микрофлоры, поэтому субстрат, приготовленный из соломы, не может обеспечить удовлетворительные урожаи шампиньона.

Установлено, что в качестве основного компонента для приготовления субстрата лучше использовать солому пшеницы (озимой, несколько хуже — яровой), затем солому ржи, можно применять также смесь соломы этих двух культур. В некоторых странах разработана технология приготовления субстрата на основе рисовой соломы. В США, например, в качестве компонента к соломе злаков добавляют сено бобовых культур. Можно использовать стержни початков и стебли кукурузы, подсолнечника, а также хлопчатника. Химический состав воздушно-сухой соломы и частей растений различных культур приведен в таблице 7.

7. Химический состав соломы, пригодной для приготовления шампиньонного субстрата, % к общей массе

Культура	Влажность	Зола	Азот общий	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
Пшеница:								
озимая	14,3	4,86	0,45	0,26	0,90	0,28	0,11	0,06
яровая	14,3	3,48	0,67	0,20	0,75	0,26	0,09	0,06
Рожь:								
озимая	14,3	3,93	0,45	0,26	1,0	0,29	0,09	0,10
яровая	14,3	4,20	0,56	0,20	0,75	0,40	0,12	0,06
Ячмень	14,3	4,49	0,50	0,20	1,0	0,33	0,09	0,50
Овес	14,3	6,45	0,65	0,35	1,60	0,38	0,12	0,40
Просо	16,0	3,80	—	0,18	1,59	0,13	0,05	0,07
Сорго	16,0	3,82	0,80	0,35	0,57	0,66	0,05	0,25
Гречиха	16,0	5,25	0,80	0,61	2,42	0,95	0,19	0,11
Горох	16,0	3,91	1,40	0,35	0,50	1,82	0,27	0,18
Соя	14,0	3,23	1,20	0,31	0,50	1,46	0,05	0,07
Вика	16,0	4,43	1,40	0,27	0,63	1,56	0,37	0,69
Бобы полевые	16,0	4,47	1,25	0,29	1,94	1,20	0,26	0,08
Подсолнечник (целое растение)	8,6	10,0	1,56	0,76	5,25	1,53	0,68	0,10
Хлопчатник:								
стебли	—	4,50	1,46	0,20	1,31	1,0	0,41	0,11
коробочки	—	8,33	2,54	0,32	3,43	1,06	0,28	0,05
семена	11,7	3,90	3,00	1,10	1,25	0,20	0,54	0,02

Добавление к соломе определенного количества навоза и других органических материалов и минеральных удобрений обеспечивает улучшение качества субстрата и получение высоких и стабильных урожаев культуры шампиньона. На этом основано приготовление полусинтетического и синтетического типов субстрата.

Поскольку солома и навоз содержат недостаточное количество азотистых веществ, необходимых для выращивания шампиньона, к этим основным материалам для приготовления субстрата добавляют органические материалы с высоким содержанием азота, а также минеральные азотные удобрения.

В качестве азотсодержащих органических материалов могут быть использованы отходы различных производств (табл. 8).

Из азотных минеральных удобрений в шампиньонный субстрат добавляют карбамид (мочевину), сульфат аммония, аммиачную селитру. При использовании сульфата аммония необходимо вносить равное количество известняка для нейтрализации подкисляющего воздействия удобрения. При недостатке в субстрате фосфора и калия добавляют суперфосфат и калийные удобрения.

Важную роль в создании и поддержании буферности среды субстрата играет кальций. В качестве известкового удобрения используют мелко дробленный или молотый известняк, доломит или мергель, можно с успехом применять дефекат — отход свеклосахарного производства, содержащий 40—50 % CaO , а также отходы целлюлозного производства, в составе которых до 56 % CaO . Установлено, что на 1 т навоза достаточно добавить 25 кг известняка, а к полусинтетическому и синтетическому субстрату — 60—65 кг на 1 т воздушно-сухой соломы.

Для нормального роста и развития гриба, получения высоких урожаев плодовых тел важное значение имеет соотношение основных элементов питания в субстрате. Оптимальное отношение $\text{N} : \text{P} : \text{K}$, как правило, должно быть 3—3,5 : 1 : 2—2,5. Содержание общего азота в сухом веществе готового субстрата колеблется от 1,8 до 2,3 %. Количество кальция может составлять от 4 до 7—7,5 %.

Содержание общего азота в смеси исходных материалов для ферментации должно находиться на уровне

8. Химический состав некоторых промышленных отходов, используемых для приготовления шампиньонного субстрата, %

Вид отходов	Вода	Азот общий	P ₂ O ₅	K ₂ O
<i>Отходы (непищевые) мясоперерабатывающих комбинатов</i>				
Канюга	50—85	0,3	0,9	0,4
Шлям:				
сухой	Воздушно-сухой	11,7	—	—
говяжий	80—85	1,6	—	—
свиной	90—92	0,8	—	—
<i>Отходы кожевенной промышленности</i>				
Мездра	Сырая	2,0	—	—
»	Воздушно-сухая	6,0	0,3	—
Кожевенная пыль	13	6,8	—	—
Сыромятная стружка	Воздушно-сухая	6,0	—	—
<i>Отходы шелковых фабрик</i>				
Шелковая куколка	Воздушно-сухая	12,1	—	—
Шелковый пух	»	11,7	—	—
<i>Отходы производства вина</i>				
Винные осадки	Воздушно-сухие	3,9	—	—
<i>Отходы (непищевые) рыбной промышленности</i>				
Рыбные отходы сырые	—	2,5	2,0	—
Дельфиновая мука	7,5	8,7	4,9	—
Чешуя рыб	Воздушно-сухая	10,4	8,6	—

не 1,6—2 % на сухое вещество. На основе многолетних исследований Ц. Ранчевой (НРБ) предложена методика расчета материалов для приготовления субстрата с учетом содержания азота в его составных частях и добавления азотсодержащих веществ до 2 % общего азота (табл. 9).

Цели ферментации. Материалы, подобранные для приготовления питательного субстрата, перед закладкой в помещение для выращивания шампиньона под-

9. Пример расчета компонентов для приготовления субстрата

Материал	Количество, кг	Влажность, %	Сухое вещество, кг	Содержание азота			Требуется добавить азота до 2 %	
				%	кг	% в смеси	%	кг
Солома пшеницы	1000	15	850	0,5	4,25	—	—	—
Навоз конский среднесоломистый	1000	50	500	0,8	6,40	—	—	—
Помет куриный (бройлеров)	800	40	480	3,5	16,80	—	—	—
	2800	—	1830	—	27,45	1,50	0,5	9,15
Карбамид (мочевина)	20	—	20	46	9,20	—	—	—
Итого	2820	—	1850	—	36,65	1,98	—	—

вергают специальной обработке. Основной метод обработки — спонтанная ферментация. Цели ее следующие:

подвергнуть материалы разложению, чтобы изменить состав органических веществ в них и создать необходимые условия для роста и развития шампиньона;

получить однородный по структуре и качеству субстрат определенной влажности, селективный для шампиньона;

обогатить субстрат в процессе обработки материалов недостающими питательными веществами;

по возможности устранить болезнетворные и конкурирующие с шампиньоном организмы.

Субстрат должен содержать 70—73 % воды, причем вода должна находиться в поглощенном тканями материалов состоянии. Для обогащения материалов водой до начала ферментации проводят их увлажнение. В период увлажнения солома поверхностно способна удерживать около 80—84 % воды по отношению к своей массе, а в период ферментации ткани ее, постепенно разлагаясь, впитывают необходимое количество воды.

Материалы в процессе ферментации должны быть равномерно распределены и в достаточной степени перемешаны, масса субстрата к концу процесса фермен-

тации должна приобрести определенную структуру. Это достигается неоднократным перемешиванием ферментируемой массы, а при необходимости и дополнительным увлажнением.

В свежем навозе и других материалах питательные вещества находятся в составе соединений, которые не усваиваются мицелием шампиньона. Основная часть азота присутствует в форме аммонийных соединений в такой концентрации, которую шампиньон не в состоянии переносить. За счет жизнедеятельности развивающихся в субстрате микроорганизмов за период ферментации аммонийные формы азотистых соединений превращаются в белковые соединения с образованием в конечном итоге лигнин-гумусового комплекса, богатого азотом, из которого шампиньон способен усваивать азот. Установлено, что усвоение азота из этого сложного комплекса доступно только для базидиальных грибов, в частности для шампиньона, так как у них имеются высокоактивные ферменты, например фенолоксидаза.

В процессе ферментации определенным изменениям подвергается и комплекс углеродсодержащих соединений. При развитии микроорганизмов в компостируемой массе прежде всего расходуются простые, легко расщепляемые углеводы, которые способны усваивать микроорганизмы, в то время как шампиньон может усваивать не только простые, но и сложные углеродсодержащие соединения.

Реакция среды свежего навоза и других материалов находится на уровне pH 8,5—9, то есть щелочная, и не соответствует требованиям культуры шампиньона. В течение процесса ферментации происходит подкисление среды, pH уменьшается примерно до 7,5, прежде всего за счет превращения аммиака в белковые соединения. Общие изменения, происходящие в составе материалов в процессе приготовления субстрата, показаны на рисунке 25.

Приготовленный методом спонтанной ферментации субстрат при наполнении помещения для выращивания культуры должен иметь следующие показатели качества:

однородную структуру, кусочки соломы довольно короткие, темного цвета, жгут соломы при скручивании рвется с небольшим сопротивлением;

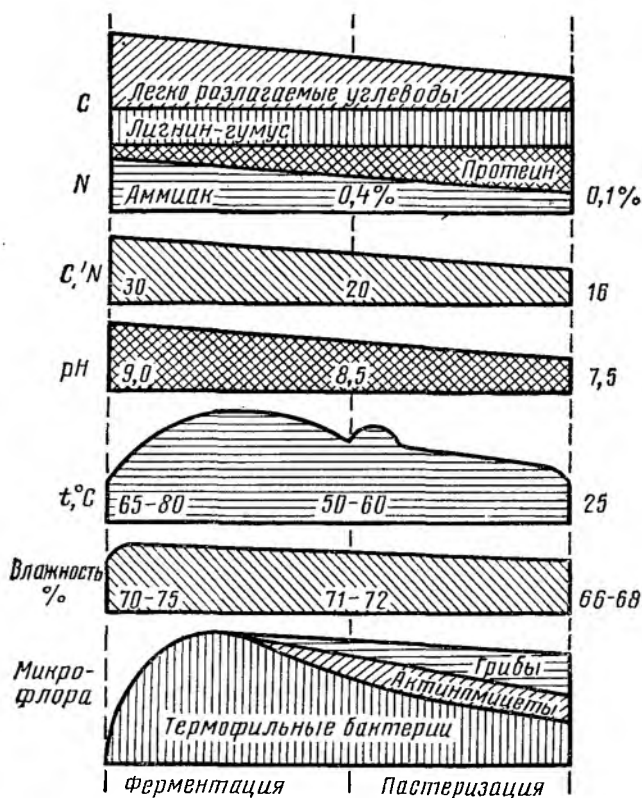


Рис. 25. Изменения в составе массы в период приготовления субстрата.

содержание воды около 70—73 %;
 реакция среды слабощелочная — pH водной суспензии около 8;
 содержание общего азота в пересчете на сухое вещество 1,6—2 %;
 ощутимый запах аммиака.

Классический способ приготовления субстрата, или спонтанная ферментация. Это наиболее старый способ приготовления субстрата, до настоящего времени широко применявшийся в практике грибоводства, как правило, для ферментации конского солоmistого навоза. Его сущность заключается в следующем. Кон-

ский навоз слегка увлажняют, укладывают в рыхлый бурт и подвергают спонтанной ферментации. Температура в нем быстро растет, затем через 5—7 дней снижается, при этом субстрат уплотняется, доступ кислорода внутрь бурта затрудняется. Для возобновления процесса самосогревания навоза бурт перетряхивают с одновременным доувлажнением массы и укладкой навоза из зон холодных в зону активного согревания (первая перебивка).

В зависимости от структуры навоза и количества соломы в его составе размеры бурта могут варьировать от 1,5 до 2,5 м в ширину и от 1,5 до 2 м в высоту. Длина бурта зависит от требуемого количества субстрата. Формируют бурт слоями 30—40 см каждый, слегка трамбуют и увлажняют.

Степень уплотнения бурта зависит от структуры навоза. Длинносоломистый навоз, имеющий рыхлое строение, трамбуют сильнее, чем короткосоломистый тяжелый.

В процессе ферментации в бурте образуются четыре зоны. Первая — наружный слой, находящийся в постоянном контакте с окружающим холодным воздухом, в нем имеется избыточный приток воздуха, навоз остается холодным и быстро подсыхает, образуя зону избыточной аэрации. Навоз в этой зоне практически не ферментируется. Вторая зона имеет среднюю температуру. В ней в основном развиваются актиномицеты, ее аэрация также избыточна, поэтому навоз довольно быстро подсыхает. Наиболее активное самосогревание навоза наблюдается в третьей зоне, где происходит активная ферментация. Четвертая зона расположена в основании центральной части бурта. Условия для ферментации в этой зоне неблагоприятны из-за недостаточного поступления в нее кислорода. Она носит название анаэробного ядра.

Во время перебивки бурта снимают верх и боковые части (рис. 26, зона *а*), центральную зону (*б*) укладывают в основание нового бурта, верх и боковые части старого бурта — в центре нового бурта, а основание старого бурта (зона *в*) — на верх нового. В процессе перебивки увлажняют сухие места, а если масса имеет недостаточную влажность, то поливают весь бурт.

Вторую перебивку проводят через 3—5 дней, когда

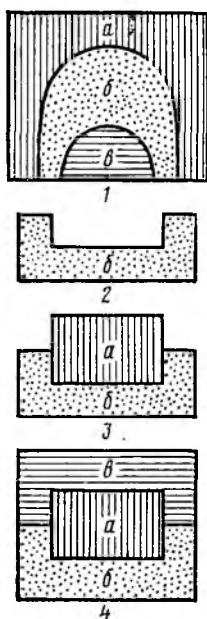


Рис. 26. Схема перебивки бурта при классическом способе ферментации:

1 — старый бурт; 2—4 — последовательные этапы формирования нового бурта.

навоз в бурте вновь хорошо разогрется и верх бурта начнет оседать.

Последовательность перебивки по зонам бурта та же, что и при первой перебивке. В процессе перебивки проверяют влажность массы субстрата и, если есть необходимость, увлажняют сухие места или всю массу.

Последующие перебивки проводят через 3—5 дней в таком же порядке, как и предыдущие. Число перебивок зависит от активности ферментации и, как правило, составляет 3—4.

Классический способ ферментации навоза предполагает выполнение работ при перебивках вручную и сейчас, когда имеются специальные машины для перебивки субстрата, в практике грибоводства не используется. Этот способ очень трудоемок, его можно рекомендовать только для приготовления небольшого объема субстрата.

Способ короткого компостирования позволяет сократить сроки ферментации навоза. Навоз предварительно выдерживают в течение 2—6 дней в рыхлом состоянии при 1—2 перемешиваниях фронтальным тракторным погрузчиком. В зависимости от содержания влаги навоз выдерживают без увлажнения или с увлажнением.

Для ферментации формируют бурт шириной 1,7—1,8 м зимой и 1,6—1,7 м летом, высота бурта соответственно 1,9 и 1,8 м. Через день после формирования бурта проводят первую перебивку с уменьшением ширины бурта на 5 см. При формировании бурта к конскому навозу добавляют 9—12 т куриного помета из расчета на 100 т навоза, а при первой перебивке — 1 т соевого шрота или муки из семян хлопчатника

и 1,2 т гипса. На 4—5-й день проводят вторую перебивку и на 6—7-й день перед наполнением помещения — третью. В зависимости от влажности в период перебивок компостируемую массу дополнительно увлажняют.

Е. Б. Ламберт (США) установил, что пастеризация субстрата, приготовленного из навоза способом короткого компостирования, при температуре около 70 °С и дальнейшее восстановление активности полезной микрофлоры в субстрате в течение 6—7 суток при температуре 40—41 °С значительно улучшают качество субстрата и обеспечивают высокие и устойчивые урожаи шампиньона.

В результате исследований, проведенных в разных странах, технология приготовления субстрата из конского навоза способом короткого компостирования уточнена и метод стал широко применяться в практике грибоводства.

П. Феддер рекомендует способ приготовления субстрата при продолжительности ферментации конского навоза 8—9 дней. Сущность обработки навоза по этой технологии заключается в следующем. При заготовке свежий конский навоз, содержащий 60—65 % влаги и от 1 до 1,5 % общего азота (в пересчете на сухое вещество), укладывают в кучу и разные партии его перемешивают. Если необходимо, в навоз добавляют воду. После 2—3 дней выдержки в навоз добавляют азотсодержащие материалы, например 40 кг муки семян хлопчатника или 100—125 кг помета бройлеров на 1 т навоза. В зависимости от содержания влаги и азота навоз увлажняют с добавлением в поливную воду 2—3 кг карбамида или 5—7 кг сульфата аммония на 1 т навоза. Продолжительность увлажнения, как правило, составляет три дня, расход воды при этом варьирует от 500 до 1000 л на 1 т навоза. Подготовленный таким образом навоз может быть смешан с предварительно увлажненной и измельченной соломой.

Затем навоз формируют в рыхлый бурт шириной 1,8 и высотой 1,7—1,8 м. На 4—5-й день вносят гипс из расчета 25 кг на 1 т навоза и перебивают бурт с укладкой по ширине 1,6 м. Если необходимо, проводят увлажнение сухих мест или всей массы.

На 7—8-й день делают вторую перебивку и на

9—10-й день субстрат укладывают в помещение для термической обработки. При погрузке в транспортное средство и наполнении помещения субстрат дополнительно перетряхивают и смешивают. В момент закладки в помещение субстрат при необходимости увлажняют.

Таким образом, в настоящее время в практике грибоводства применяют несколько технологий короткого компостирования. Выбор технологии зависит от условий в конкретном хозяйстве.

Способ компостирования средней продолжительности разработан Р. Расмуссеном (Дания). По этому способу приготовления субстрата свежий конский навоз складывают в кучу, вносят необходимые добавки и увлажняют. На следующий день навоз формируют в бурт обычного размера и, если необходимо, проводят его доувлажнение. Через пять дней вносят гипс из расчета 20—25 кг на 1 т навоза и бурт перебивают. На десятый день выполняют вторую перебивку, на 13-й — третью. На 15-й день субстрат укладывают в помещение для термической обработки, продолжительность которой обычно составляет 5—6 дней. Этот способ приготовления субстрата из конского навоза широко используют в практике выращивания шампиньона.

Приготовление полусинтетического и синтетического субстратов. Основным исходным материалом для приготовления полусинтетического и синтетического субстратов служит солома пшеницы или ржи; а в некоторых странах — солома риса. Для приготовления таких субстратов успешно можно применять также растительные остатки других культур, например стержни початков кукурузы, солому сорго, стебли сахарного тростника и семенников злаковых трав. Можно использовать и смесь этих материалов. К основному материалу добавляют органические азотсодержащие вещества — солодовые ростки, рисовую шелуху, хлопчатниковую муку, помет бройлеров. Один из наиболее доступных материалов — помет бройлеров. Помет кур-несушек без подстилки, а также помет другой птицы менее пригоден для использования в качестве компонента (табл. 10).

Содержание азота и других элементов в птичьем

10. Состав птичьего помета

Помет	Влаж- ность, %	Сухое вещество, %	Содержание, % на сухое вещество			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Куриный без под- стилки	50—70	30—50	4,0— 5,0	1,5	0,8— 0,9	2,4
Куриный с соло- менной подстилкой	30—50	50—70	2,5— 3,0	—	—	—
Куриный сухой (пудрет)	10	90	5,0— 5,5	3,5— 4,0	1,3— 1,6	—
Гусей	77	23	0,55	0,54	0,95	0,84
Уток	57	43	1,00	1,40	0,62	1,70

помете может значительно варьировать в зависимости от рациона кормления и содержания птицы.

Для получения субстрата требуемого качества содержание общего азота в смеси исходных материалов должно быть около 2 % (на сухое вещество). Методика определения соотношения компонентов в субстрате приведена в таблице 9. Если при расчете содержание общего азота оказывается ниже требуемого, то в смесь можно добавить минеральные удобрения — карбамид, аммиачную селитру или сульфат аммония. Однако использовать азотные добавки в минеральной форме можно в ограниченном количестве — не более 10 кг на 1 т соломы. Если в массу добавляют сульфат аммония, то для его нейтрализации следует прибавить 15—20 кг извести на 1 т сырой массы (1 кг CaCO₃ на 1 кг сульфата аммония).

Термины «полусинтетический» и «синтетический» в практике грибоводства применяют в зависимости от доли конского навоза в субстрате. Если в качестве компонента субстрата входит незначительное количество конского навоза (примерно до 20—25 % общей массы ферментируемого материала), то такой субстрат считают полусинтетическим. В синтетическом субстрате конский навоз не используют.

На рисунке 27 показана схема приготовления полусинтетического субстрата. Важную роль в получении качественного субстрата играет предварительное увлажнение основного компонента — соломы. В период увлажнения солома постепенно впитывает воду и размягчается. Наши исследования показали, что при

*Солома,
азотсодержащие органические материалы,
минеральные азотные удобрения*

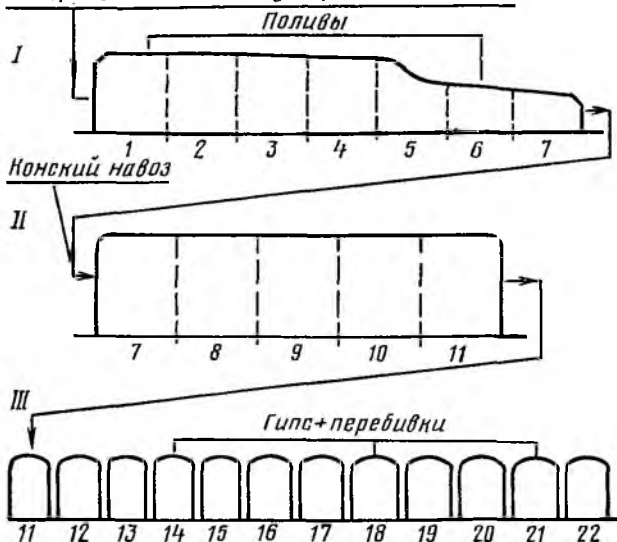


Рис. 27. Схема приготовления полусинтетического субстрата:

I — увлажнение соломы; *II* — размягчение материалов; *III* — ферментация; *1—22* — дни.

увлажнении солома впитывает достаточное количество воды за три дня полива.

После добавления к соломе азотсодержащего компонента (помета бройлеров) происходит ее самосогревание, восковой налет растворяется и вода проникает внутрь ткани соломин. В период увлажнения вода впитывается соломой сначала медленно, затем по мере увлажнения поглощение ее усиливается. За весь период увлажнения 1 т соломы впитывает около 3—3,5 м³ воды до влажности 75—82 %. В современных шампиньонных комплексах увлажнение соломы проводят в цехе приготовления субстрата на специальной площадке с помощью стационарной системы полива.

После внесения на слой соломы конского навоза и азотсодержащих добавок или только азотсодержащих добавок массу перемешивают и, если необходи-

мо, доувлажняют. Увлажненную массу формируют в бурт стандартных размеров и ферментируют в течение 9—12 дней. Через 2—3 дня проводят перебивки бурта, перед первой перебивкой вносят гипс из расчета 20—25 кг на 1 т массы.

Сейчас в шампиньонных комплексах нашей страны для выращивания грибов применяют синтетический субстрат, который готовят на основе пшеничной или ржаной соломы и помета бройлеров с опилочной подстилкой при добавлении в массу 60 кг гипса на 1 т воздушно-сухой соломы. Расход помета зависит от его влажности и содержания в нем общего азота. При влажности около 35 % и содержании общего азота 3,5 % на 1 т соломы требуется 800—900 кг помета бройлеров. При общем расходе воды около 4,5 м³ из этой массы можно приготовить примерно 3,2 т субстрата.

Технология приготовления синтетического субстрата из смеси соломы с пометом бройлеров включает три периода (табл. 11): увлажнение соломы, внесение помета с перемешиванием; размягчение соломы — выдерживание смеси увлажненных материалов в большой рыхлой куче и ферментация (компостирование).

Синтетический субстрат на основе рисовой соломы. В настоящее время для приготовления синтетического субстрата в качестве основного компонента наряду с соломой ржи и пшеницы используют рисовую солому. Это особенно важно, если выращивание шампиньонов будет организовано в районах возделывания риса.

Структурными добавками к рисовой соломе могут быть стержни початков и стебли кукурузы, отходы сахарного тростника или сахарной свеклы. Для обогащения соломы азотом применяют помет бройлеров, молотые семена хлопчатника и другие азотсодержащие материалы. По сообщению П. Феддера, хорошие результаты получают, приготавливая субстрат по технологии, приведенной в таблице 12.

Готовый для пастеризации субстрат должен иметь рН 8,2—8,3, содержание влаги 70—72 %, общего азота 1,6—1,8 % на сухое вещество.

Потребность в исходных материалах для приготовления субстрата. При организации выращивания шампиньонов важно правильно рассчитать потребность

11. Схема приготовления синтетического субстрата из смеси соломы с пометом бройлеров

День компостирования	Вид обработки	Добавки на 1 т сухой соломы
<i>Увлажнение соломы</i>		
1—7-й	Укладка соломы в плоскую кучу высотой 1—1,2 м, полив соломы, отминка, внесение бройлерного помета	Вода — 3—3,5 м ³ , помет бройлеров — 0,8—0,9 т
<i>Размягчение соломы</i>		
7—12-й	Перемешивание материалов, оправка в большую рыхлую кучу, при необходимости увлажнение	Вода при необходимости — 0,5—1 м ³
<i>Ферментация</i>		
12-й	Формирование бурта шириной 2 и высотой 1,8 м	Вода при необходимости — 0,5—0,8 м ³
15—16-й	Внесение гипса, первая перебивка бурта с формированием нового бурта шириной 1,7—1,75 и высотой 1,65—1,7 м	Гипс — 60 кг, вода при необходимости — 0,4—0,6 м ³
19—20-й	Вторая перебивка бурта с укладкой нового бурта шириной 1,6—1,65 и высотой 1,6 м	Вода при необходимости — 0,2—0,4 м ³
22—23-й	Третья перебивка бурта с укладкой нового бурта шириной 1,6 и высотой 1,55—1,6 м	—
24—25-й	Погрузка субстрата в транспортное средство с перемешиванием массы, наполнение помещения для пастеризации субстрата	—

в исходных материалах для приготовления субстрата. Основные показатели для такого расчета — потери массы и сухого вещества за период спонтанной ферментации, которые зависят от продолжительности ферментации и состава субстрата. Потери массы варьируют от 30 до 50 %. При старом традиционном способе компостирования в течение 25—28 дней потери сухого вещества достигают 45—50 %; при коротком компостировании с предварительным увлажнением соломы

12. Схема приготовления синтетического субстрата на основе рисовой соломы

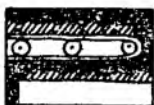
День ком- постирования	Вид обработки	Добавки на 1 т сухой соломы
1—6-й	Измельчение соломы на куски длиной 10—20 см, увлажнение, добавление азотсодержащих материалов, отминка	Вода — около 2000 л, карбамид — 20 кг
7-й	Внесение азотсодержащих материалов, смешивание их с соломой. Формирование бурта размером 1,7×1,7 м	Помет бройлеров — 200 кг, карбамид — 10 кг
12—13-й	Внесение органического материала, увлажнение до содержания влаги 70 %. 1-я перебивка	Помет бройлеров — 100 кг, вода при необходимости
15—16-й	Внесение гипса и суперфосфата. 2-я перебивка	Гипс — 50 кг, суперфосфат — 3—5 кг, вода для увлажнения сухих мест
18—19-й	3-я перебивка с предварительным контролем содержания воды	Вода — при содержании влаги ниже 70 %
21—22-й	4-я перебивка. Наполнение тоннеля для пастеризации. Если по внешнему виду субстрат не готов, то его оставляют для продолжения ферментации еще на 1—2 дня	—

за период ферментации в течение 9—12 дней — 30—35, а при ферментации в течение 16—17 дней — 35—40 %.

Общие потери массы и сухого вещества за период ферментации и термической обработки субстрата составляют 50—55 %.

Установлено, что из 1 т соломистого конского навоза можно получить 0,9—1 т непастеризованного субстрата. Если приготавливают полусинтетический субстрат, то из 1 т соломы с добавками получают около 2,5 т готового субстрата, а когда готовят синтетический субстрат, выход составляет, как правило, 2,8—3 т.

НАПОЛНЕНИЕ СУБСТРАТОМ КУЛЬТИВАЦИОННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ



Одна из важнейших технологических операций при выращивании шампиньона — наполнение культивационного помещения субстратом. Правильное ее выполнение в значительной степени предопределяет урожай культуры.

В приспособленных помещениях (овощных теплицах, в каменоломнях, шахтах, подвалах, фрукто- и овощехранилищах) субстрат укладывают в виде гряд различной формы и размера. Ширина гряд в основном регламентируется удобством проведения технологических операций при выращивании шампиньонов и сборе урожая.

Плоские гряды, как правило, имеют ширину 125—130 и высоту 20—25 см, ширина дорожек между грядами составляет 30—35 см. Боковые стенки гряды должны иметь наклон 45—60° с таким расчетом, чтобы с них не осыпался покровный материал. Расход субстрата на 1 м² составляет 150—170 кг. Для формирования плоских гряд можно использовать формы, изготовленные из деревянных досок. В них равномерно, 2—3 слоями, укладывают субстрат, при этом каждый слой трамбуют. Закончив наполнение, форму переносят на новое место и операцию повторяют.

При выращивании шампиньона в приспособленных помещениях широко распространены также гряды с выпуклой поверхностью. Они могут быть одно-, дву- и трехгребневые. Последние считают наиболее рациональными, так как в этом случае дорожки занимают меньшую площадь помещения.

Одногребневые гряды, или валики, как правило, имеют одинаковую ширину и высоту, и их размеры могут варьировать от 50×50 до 75×75 см. Расход субстрата на 1 м валика в зависимости от его размеров колеблется от 65 до 140 кг. Одногребневые валики закладывают обычно в 2—3 слоя, при этом каждый слой после укладки уплотняют и на него укладывают

следующий. После укладки и трамбовки поверхность валика очесывают вилами и выравнивают. Одногребневые гряды небольших размеров, которые рекомендуется применять в теплых, хорошо вентилируемых помещениях, лучше делать с помощью корытообразных форм. Такую форму наполняют субстратом, уплотняют его, затем форму опрокидывают на том месте, где должна быть гряда.

Двугребневые гряды имеют ширину от 100 до 140 см, высоту 30—50 см. Для закладки таких гряд сначала укладывают слой субстрата высотой после уплотнения 10—15 см, затем на него закладывают два валика, обычно с помощью форм. Между валиками оставляют расстояние 20—30 см. Расход субстрата при формировании двугребневых гряд варьирует от 140 до 180 кг на 1 м².

Наиболее распространено выращивание шампиньона на трехгребневых грядах. Размеры каждого гребня 40×30 см, под них чаще всего укладывают слой субстрата высотой 10 см. Укладку субстрата нижнего слоя выполняют вручную, затем, уплотняя субстрат, наполняют форму и опрокидывают ее в месте создания гребня (рис. 28). Расход субстрата при формировании трехгребневых гряд составляет около 150—160 кг/м².

Трехгребневые гряды наиболее выгодны при выращивании шампиньона. В этом случае важную роль играет не только урожай с единицы площади пола помещения, но и отношение поверхности гряд к массе субстрата, выход урожая с единицы массы субстрата. По этим показателям трехгребневые гряды имеют неоспоримые преимущества перед двугребневыми и особенно перед одногребневыми и плоскими грядами.

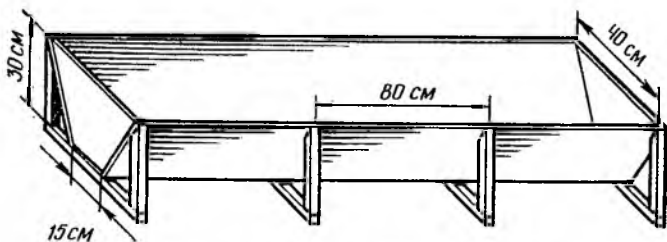


Рис. 28. Форма для закладки трехгребневых валиков.

В то же время на формирование трехгребневых гряд, посадку мицелия и насыпку покровного материала затраты труда увеличиваются на 20—25 %. Однако эти затраты окупаются за счет повышения урожая.

В последнее десятилетие все чаще стали выращивать шампиньоны в приспособленных помещениях, шахтах и каменоломнях в мешках из полимерной пленки. Для этой цели используют мешки размером 50—60×40—50 см вместимостью 30—40 кг субстрата. Наполнение мешков можно выполнять как вручную, так и на специальной поточной линии, которая конструктивно мало отличается от линии для наполнения контейнеров. При этом субстрат пастеризуют в контейнерах или в массе, а затем наполняют им мешки. Возможно также наполнение субстратом после проращивания мицелия в массе. Использование мешков из полимерных материалов позволяет применять современную многозональную технологию при максимальной механизации трудоемких процессов.

Наполнение контейнеров. При многозональной системе выращивания шампиньонов в контейнерах последние наполняют субстратом с помощью поточной линии. Пастеризацию субстрата в камерах и кондиционирование, а также проращивание мицелия можно проводить в контейнерах или в массе (в тоннелях), а затем проросший мицелием субстрат помещать в контейнеры. Независимо от способа пастеризации субстрата и проращивания мицелия техника наполнения контейнеров субстратом остается неизменной, но при пастеризации субстрата в массе одновременно с наполнением субстратом контейнеров проводят и насыпку покровного материала.

При наполнении контейнеров расход субстрата для пастеризации составляет 95—100 кг на 1 м² площади контейнера при высоте слоя около 22 см и очень слабом уплотнении субстрата. На 1 м² контейнера можно уложить от 70 до 90 кг проросшего мицелием субстрата, что соответствует 120—150 кг на 1 м² до пастеризации.

Поточная линия для наполнения контейнеров субстратом, посева мицелия и насыпки покровного материала состоит из роликового транспортера, приемного бункера-дозатора субстрата, посевного устройства, пресса для уплотнения субстрата, приемного бункера-

дозатора для покровного материала, выравнивающих устройств, устройств для распаketирования стоп контейнеров в начале линии и для сбора их в стопы в конце линии. В зависимости от размера контейнеров производительность линии может варьировать от 120 до 180 контейнеров за 1 ч чистой работы. При выполнении технологических операций линию обслуживают два погрузчика, один из которых загружает субстрат в приемный бункер-дозатор, а другой транспортирует стопы контейнеров в камеру. Использование высокопроизводительных автоматических поточных линий рентабельно на крупных комплексах для производства шампиньонов.

Наполнение стационарных стеллажей. В современных шампиньонницах стеллажи наполняют субстратом с помощью специальных машин. Для одностоечных стеллажей используют комбинированный транспортер, который состоит из системы ленточных горизонтальных секций транспортеров, наклонного ленточного и короткого поперечного транспортера; в передней части имеется приемный бункер-дозатор. Комбинированный транспортер наполнение стеллажей субстратом выполняет на стационаре в агрегате с фронтальным вильчатым тракторным погрузчиком. Обслуживает транспортер один машинист-оператор. Производительность транспортера 15 т/ч, потребляемая мощность 15 кВт, привод электрический.

Работа выполняется следующим образом. Субстрат из кучи загружается фронтальным тракторным погрузчиком в бункер-дозатор, планчатый цепной транспортер бункера подает субстрат на систему горизонтальных ленточных транспортеров, излишек слоя субстрата сбрасывается обратно в бункер зубовым барабаном. Дозированный слой субстрата горизонтальными транспортерами передается на наклонный транспортер, оборудованный гидравлическим подъемным механизмом, позволяющим поднимать транспортер для подачи субстрата на уровень любого яруса стеллажа. С наклонного транспортера субстрат подается на поперечный транспортер, который, имея большую скорость, забрасывает субстрат на стеллаж. Машинист-оператор с помощью пульта управления регулирует степень наполнения субстратом секций стеллажа. Направление движения поперечного транс-

портера изменяется с помощью переключения реверсивного механизма электродвигателя. Наполнение ярусов стеллажей субстратом обычно начинают со стороны технологического коридора. Во избежание перебрасывания субстрата на боковые проходы на стеллажи устанавливают передвижные отражательные щиты. По мере наполнения секций стеллажей субстратом щиты передвигаются на следующую секцию. Одновременно с механизированным наполнением стеллажей субстратом вручную проводят его opravку.

После окончания этой работы упавший на пол субстрат забрасывают на стеллажи, очищают пол, остатки выносят или вывозят на одноколесной тачке в место накопления отходов, моют стены и пол камеры, устанавливают дистанционные термометры (датчики температуры), закрывают клапан шахты вытяжной вентиляции и приступают к пастеризации субстрата.

Для наполнения субстратом двухстоечных стеллажей используют агрегат, включающий лебедку для перемещения сетки на ярусах стеллажей, синтетическую сетку с мелкой ячейкой, машину для загрузки субстрата (рис. 29). Погрузка субстрата в приемный бункер машины может выполняться фронтальным вилочатым тракторным погрузчиком или саморазгружающейся тележкой с подачей субстрата в приемный бункер машины наклонным ленточным транспортером.

Производительность агрегата при наполнении стеллажей субстратом 20 т/ч. Расход субстрата, пропущенного мицелием, 70—90 кг на 1 м².

Наполнение тоннелей. Основные требования при наполнении тоннелей субстратом следующие: равно-

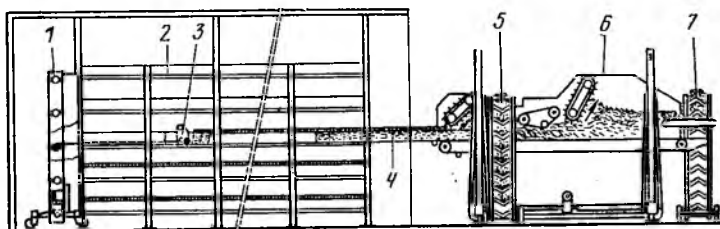


Рис. 29. Механизированная загрузка субстрата на стеллажи:

1 — лебедка для перемещения сетки с субстратом на ярусах стеллажей; 2 — стеллаж; 3 — направляющее устройство; 4 — культивационная сетка; 5 — транспортер подачи покровного материала; 6 — машина для загрузки субстрата; 7 — транспортер подачи субстрата.

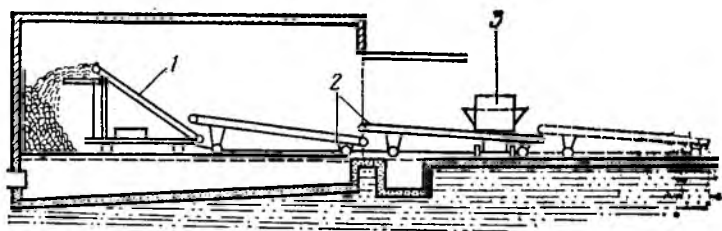


Рис. 30. Схема линии для загрузки субстрата в тоннель:

1 — распределитель субстрата в тоннеле; 2 — промежуточные транспортеры; 3 — приемный бункер

мерная укладка субстрата рыхлым слоем высотой до 2 м для пастеризации и кондиционирования и высотой около 1,5 м для проращивания мицелия; быстрое наполнение тоннеля, чтобы субстрат не успел сильно охладиться; создание ровной поверхности слоя субстрата.

При наполнении тоннеля фронтальным вильчатым погрузчиком или другими погрузочными средствами укладка субстрата ведется порциями. Поэтому масса субстрата имеет различную плотность, что приводит к неравномерному распределению потока воздуха в слое субстрата при вентиляции. Появляются места слабоаэрируемые или с избыточной аэрацией. Процесс доработки субстрата протекает неравномерно, в связи с чем не обеспечивается требуемое качество субстрата.

Большей эффективности и лучшего качества наполнения тоннеля субстратом достигают при использовании специальной линии загрузки (рис. 30).

Перед наполнением тоннеля на решетчатый пол его укладывают сетку из синтетического волокна, предварительно промытую и просушенную. Во время заполнения тоннеля по мере освобождения секций транспортной линии их отключают и откатывают в сторону. В конце процесса заполнения перед дверью в пазы устанавливают доски опорного щита, а закончив заполнение, очищают пол и закрывают дверь тоннеля.

ПАСТЕРИЗАЦИЯ СУБСТРАТА И ПЕРИОД КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ



Субстрат, приготовленный способом спонтанной ферментации, подвергают термической обработке в закрытом помещении, которая включает пастеризацию субстрата и период кондиционирования. *Пастеризация* предусматривает обработку субстрата высокой температурой с целью уничтожения вредных для шампиньона организмов, развивающихся в субстрате в период ферментации и находящихся в культивационном помещении после окончания предыдущего оборота культуры, таких, как нематоды, клещи, грибные мухи и комарики, болезнетворные грибы и их споры и т. д.

Все перечисленные организмы, как правило, погибают при температуре выше 55°C и влажности, близкой к 100 %, в течение 8—16 ч. При высокой температуре и низкой влажности воздуха некоторые вредные организмы, например нематоды, могут переходить в состояние анабиоза и выживать даже при длительной экспозиции высокой температуры. Поэтому в период пастеризации поддерживают высокую влажность воздуха, что гарантирует гибель вредных организмов.

Экспериментально установлено, что оптимальные условия для пастеризации субстрата — температура 60°C и влажность воздуха помещения около 100 %. Для создания указанных параметров среды лучшим источником тепла и увлажнения воздуха служит насыщенный пар низкого давления. Пастеризация субстрата — безопасный и наиболее эффективный технологический прием борьбы с вредителями и болезнями шампиньона.

Применение высокой температуры для обработки субстрата имеет и отрицательную сторону. В период пастеризации погибают не только вредные организмы,

но и в значительной степени полезная микрофлора, выживают только некоторые виды термофильных микроорганизмов, которые в дальнейшем должны обеспечивать перевод сложных форм органических соединений, находящихся в субстрате, в доступную для мицелия шампиньона форму. При температуре выше 65 °С погибает значительная часть грибной флоры, актиномицеты, некоторые группы полезных бактерий переходят в состояние спор. Примерно такая же картина наблюдается и при продолжительной экспозиции обработки субстрата температурой 61—62 °С. Кроме того, обработка субстрата температурой выше 60 °С хотя и приводит к сокращению продолжительности периода пастеризации, но вызывает возрастание потерь азота, более сильное высушивание субстрата в связи с увеличением срока его охлаждения до температуры, при которой восстанавливается активность полезной микрофлоры. Поэтому нарушение установленного режима пастеризации потребует в дальнейшем более продолжительного времени для восстановления активности полезной микрофлоры.

Период кондиционирования, по существу, представляет собой завершающий этап ферментации субстрата в контролируемых условиях закрытого помещения. В этот период создают благоприятную температуру как для восстановления, так и активной жизнедеятельности полезной микрофлоры. Основная часть аммиака удаляется из субстрата, часть его переводится микроорганизмами в органические азотистые соединения. Субстрат становится более однородным, гомогенным по составу и селективным для шампиньона.

При традиционных способах выращивания шампиньона субстрат для пастеризации выдерживают в помещении для выращивания грибов в грядах или емкостях при самопроизвольном повышении температуры. Этот способ называют «отпотевание» субстрата.

В современном грибоводстве используют два способа пастеризации: так называемый классический способ — на стеллажах или в контейнерах и объемную пастеризацию, или пастеризацию в массе.

Пастеризация способом отпотевания субстрата. Сущность процесса отпотевания субстрата заключается в том, что после укладки в гряды (плоские, дуго- или трехгребневые) субстрат выдерживают до посад-

ки мицелия в течение 5—7 суток. За этот период благодаря наличию кислорода возрастает активность микроорганизмов, присутствующих в субстрате, и его температура повышается до 45—55 °С. Наружный слой субстрата находится в непосредственном контакте с окружающим воздухом и остается холодным, а испаряющаяся из субстрата вода конденсируется на частицах поверхностного слоя и субстрат выглядит «потным». Находящиеся внутри субстрата вредные насекомые выползают из зоны высокой температуры на поверхность гряд, где их можно уничтожить пестицидами.

Пастеризация субстрата классическим способом. После наполнения субстратом стеллажей или установки контейнеров с субстратом в камеру пастеризации помещение очищают от частиц субстрата, моют пол и с целью контроля температуры устанавливают дистанционные термометры. Двери камеры закрывают и включают систему отопления, подачу пара и вентиляционную установку на режим полной рециркуляции воздуха. При автоматической системе регулирования параметров микроклимата подключают только датчики температуры, датчик влажности во избежание его порчи на период пастеризации в камере не устанавливают.

Если имеются значительные различия температуры субстрата по ярусам стеллажей (или контейнеров), то ее предварительно целесообразно выравнивать с помощью сильной циркуляции воздуха без включения подачи пара в камеру. Эта операция рекомендуется и в том случае, если субстрат переувлажнен.

При влажности субстрата менее 70 % в процессе тепловой обработки содержание воды падает ниже 65 %, что недопустимо, так как может быть причиной снижения урожая. Поэтому перед началом пастеризации такой субстрат увлажняют разбрызгиванием воды на поверхность его слоя.

После включения подачи пара в камеру температура воздуха поднимается до 55—56 °С в течение 2—3 ч. При этом в объеме камеры не должны образовываться зоны с различной температурой, что обеспечивается достаточно сильной циркуляцией воздуха при помощи вентиляционной установки.

Если при наполнении камеры субстрат окажется

слишком влажным, то рекомендуется увеличить период подачи пара в камеру и при сильной циркуляции воздуха подсушить субстрат, не допуская, однако, повышения температуры воздуха более 60 и снижения менее 55 °С.

После повышения температуры воздуха до 55—56 °С прекращают подачу пара и отключают систему отопления. Субстрат, имея удельную теплоемкость в 3 раза большую, чем воздух, за этот период разогревается слабее и его температура достигает 45—50 °С, а дальнейшее повышение температуры происходит за счет разницы температуры между воздухом и субстратом, а также за счет усиления микробиологических процессов с выделением биологического тепла. Как правило, в дальнейшем разогрев субстрата до температуры пастеризации (58—60 °С) продолжается 5—8 ч после отключения подачи пара. Продолжительность периода пастеризации субстрата при 58—60 °С составляет 6—8 ч при нормальном течении процесса и удовлетворительном качестве субстрата. Этот период может быть увеличен до 12—16 ч в том случае, если субстрат заражен нематодами или имеет какие-либо отклонения по качеству. Удлинение периода пастеризации не оказывает существенного отрицательного влияния на качество субстрата в конце периода его тепловой обработки.

Очень важно, чтобы в период пастеризации не было различий температуры субстрата в разных местах камеры, особенно между верхними и нижними ярусами стеллажей или контейнеров. С этой целью обеспечивают постоянную достаточную циркуляцию воздуха в камере пастеризации. Необходимость в подаче свежего воздуха для вентиляции, как правило, отсутствует. Однако если имеется опасность резкого повышения температуры субстрата, то целесообразно проводить периодическое вентилирование камеры с целью снижения температуры и ликвидации перегревов. Кратковременное повышение температуры субстрата до 62—63 °С (в пределах 1 ч) допустимо и не вызывает отрицательных последствий.

В период пастеризации субстрата нужно своевременно проводить контроль температуры с интервалом 15—30 мин, а показания температуры записывать по

специальной форме (паспорт культуры), позволяющей анализировать ход процесса пастеризации.

После завершения процесса включают подачу свежего воздуха для охлаждения до 43—45 °С. Считается нормальным, если вслед за охлаждением воздуха температура субстрата в течение 8—12 ч снижается до 55 °С. Степень вентиляции свежим воздухом зависит в основном от температуры подаваемого воздуха и микробиологической активности субстрата. Контроль за изменением температуры в период охлаждения лучше всего осуществлять по наблюдениям за температурой субстрата. В случае быстрого снижения температуры подачу свежего воздуха несколько уменьшают и, наоборот, при очень медленном снижении температуры увеличивают количество подаваемого свежего воздуха.

При снижении температуры субстрата до 55—56 °С процесс пастеризации заканчивается и начинается вторая стадия процесса тепловой обработки субстрата — период кондиционирования.

Кондиционирование проходит при медленно снижающейся температуре субстрата от 55 до 50 °С, постоянной и достаточной подаче свежего воздуха. Температура субстрата и обеспечение кислородом в период кондиционирования определяют развитие и жизнедеятельность определенных групп микроорганизмов. При более высокой температуре (55—65 °С) наиболее активно развиваются термофильные бактерии, затем при ее снижении на смену приходят актиномицеты, а также некоторые группы термофильных грибов. Однако доминирующая группа в период кондиционирования в субстрате — актиномицеты. Их активность зависит не только от температуры, но и от наличия в субстрате легкоусвояемых углеводов.

Медленное и равномерное снижение температуры в период кондиционирования обеспечивает высокую активность микрофлоры. Поэтому очень важно не допускать резких колебаний температуры субстрата в камере пастеризации. Идеальным считают равномерное снижение температуры на 1—1,5 °С в сутки (рис. 31).

Как правило, снижение температуры субстрата регулируется интенсивностью воздухообмена в камере. Однако приток свежего воздуха имеет и другую

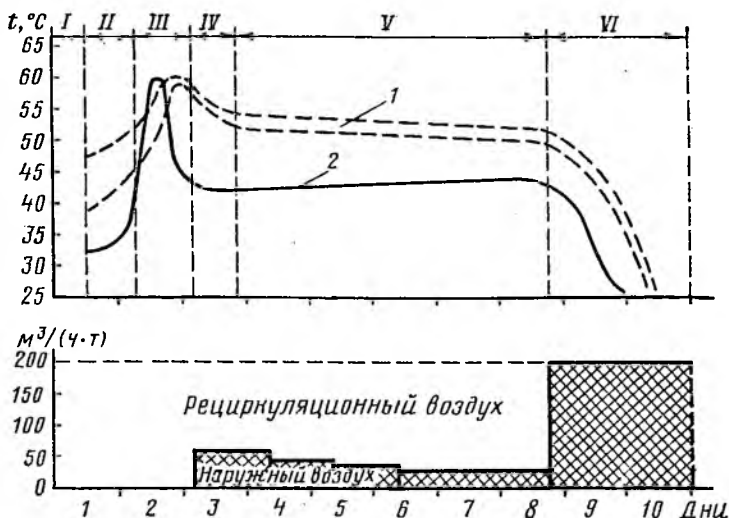


Рис. 31. Температура и вентиляция камеры в период пастеризации субстрата:

I — наполнение субстратом; II — выравнивание температуры субстрата; III — разогрев и пастеризация субстрата; IV — охлаждение субстрата; V — период кондиционирования; VI — охлаждение субстрата; 1, 2 — соответственно температура субстрата и воздуха.

цель — обеспечение кислородом микроорганизмов для поддержания их высокой активности. Потребность в свежем воздухе в период кондиционирования зависит от многих факторов, и в первую очередь от активности микроорганизмов. Система вентиляции в этот период должна обеспечивать активное перемешивание воздуха в камере пастеризации при 10 — 15-кратном воздухообмене в течение часа. При этом потребность в свежем воздухе колеблется от 20 до 50 $\text{м}^3/\text{ч}$ на 1 т субстрата.

При тепловой обработке субстрата на стеллажах и в контейнерах воздухообмен в слое субстрата происходит за счет свободной конвекции, которая зависит от разницы температуры субстрата и окружающего воздуха. Установлено, что при пастеризации субстрата на стеллажах разность температуры субстрата и окружающего воздуха должна составлять 10—15, а в контейнерах — до 20 $^\circ\text{C}$.

Циркуляция воздуха в камере пастеризации обеспечивает не только выравнивание температуры в объеме помещения, но и достаточное смешивание свежего холодного воздуха с внутренним рециркуляционным, снижая концентрацию выделяющихся газов, таких, как углекислота и аммиак. Излишек воздуха из помещения выбрасывается в атмосферу через шахту вытяжной вентиляции. Однако вентиляция не должна препятствовать поддержанию необходимой температуры в субстрате. Если после нескольких часов вентилирования температура субстрата начинает быстро снижаться, то необходимо уменьшить подачу свежего воздуха. В случае падения температуры ниже нормы рекомендуется включить подачу пара и повысить ее до нормы и в то же время уменьшить подачу свежего воздуха. Если же температура субстрата снижается слишком медленно, то вентиляцию усиливают. Контроль за температурой в период кондиционирования проводят 1—2 раза в сутки.

Период кондиционирования продолжается 5—7 суток. За это время субстрат освобождается от аммиака, часть его выбрасывается в атмосферу при вентилировании помещения, другая часть ассимилируется микроорганизмами с превращением в белковые соединения. Субстрат теряет часть воды за счет испарения, часть углеродсодержащих соединений расходуется на энергетические процессы с выделением конечных продуктов жизнедеятельности микрофлоры в виде углекислого газа, воды и тепла. При общей продолжительности процесса тепловой обработки 9—10 суток потери массы субстрата в среднем составляют около 20 % заложенной на пастеризацию, в том числе 18—19 % воды и 1—2 % сухого вещества. Таким образом, к моменту завершения периода кондиционирования влажность субстрата снижается на 5—6 %, повышается относительное содержание общего азота на 0,1—0,4 % (в пересчете на сухое вещество), показатель кислотности (рН) с 8 снижается до 7,2. На поверхности субстрата в результате активного развития актиномицетов появляется серовато-белый налет, исчезает запах аммиака.

После завершения периода кондиционирования субстрат охлаждают с помощью усиленной вентиляции

до 25—27°C в течение 18—24 ч, затем приступают к посеву (посадке) мицелия.

Субстрат, готовый к посеву мицелия, характеризуется следующими показателями: структура однородная, солома тусклая, темно-коричневого цвета, довольно короткая, при скручивании жгута рвется без значительного усилия; на ощупь мягкий, однако еще довольно прочный; влажность около 65—68 %, при сильном сжатии ладони рук становятся влажными, но остаются чистыми; на поверхности соломин видны серовато-белые пятна актиномицетов; исчезает клейкость, навозный и аммиачный запахи, появляется приятный сладковатый запах; рН около 7,5, содержание общего азота 1,8—2,3 %.

Пастеризация субстрата в массе. Новый способ тепловой обработки субстрата, получивший название «пастеризация в массе», или «объемная пастеризация», за последнее десятилетие стал широко применяться в практике грибоводства. Сущность этого способа состоит в том, что уложенный рыхлым равномерным слоем высотой 1,8—2 м субстрат продувается очищенным воздухом заданной температуры. Продукты метаболизма удаляются из субстрата за счет принудительной конвекции, что позволяет более мобильно регулировать температуру субстрата и обеспечивать его кислородом воздуха.

Пастеризация субстрата в массе требует значительно меньшей площади помещения (1,2—1,3 м² площади пола для укладки 1 т субстрата) по сравнению с классическим способом (4—5 м²). Затраты тепла для разогрева субстрата также существенно снижаются, так как при вентиляции каждая частица массы субстрата контактирует с воздухом. Кроме того, более интенсивно используются камеры выращивания шампиньонницы не только в результате возрастания числа оборотов культуры в культивационном помещении, но и за счет увеличения массы субстрата на единицу площади при наполнении стеллажей. В связи с этим создается возможность получать более высокие урожаи.

К недостатку рассматриваемого способа пастеризации относится увеличение потерь массы субстрата по сравнению с пастеризацией в контейнерах или на стеллажах. Однако перечисленные положительные

факторы свидетельствуют о целесообразности применения этого способа в грибоводстве.

Для проведения пастеризации субстрата в массе тоннель после наполнения субстратом закрывают, включают на несколько часов вентиляционную установку с целью выравнивания температуры в массе субстрата. За этот период возрастает активность микрофлоры субстрата и температура в нем повышается с 45 до 50 °С. Затем включают подачу пара для разогрева субстрата до температуры пастеризации. При достижении температуры 56—57 °С начинается процесс пастеризации, продолжительность которого, как и при пастеризации на стеллажах, составляет 6—8 ч. В этот период необходимо тщательно следить за температурой и не допускать ее повышения более чем до 58—60 °С. Допускается пик температуры 62—63 °С в течение 1—2 ч, что отрицательно не влияет на качество субстрата.

Следует отметить необходимость подачи небольшого количества свежего воздуха — 5—10 % общего количества подаваемого вентиляционной установкой рециркуляционного воздуха — (10—20 м³/ч на 1 т).

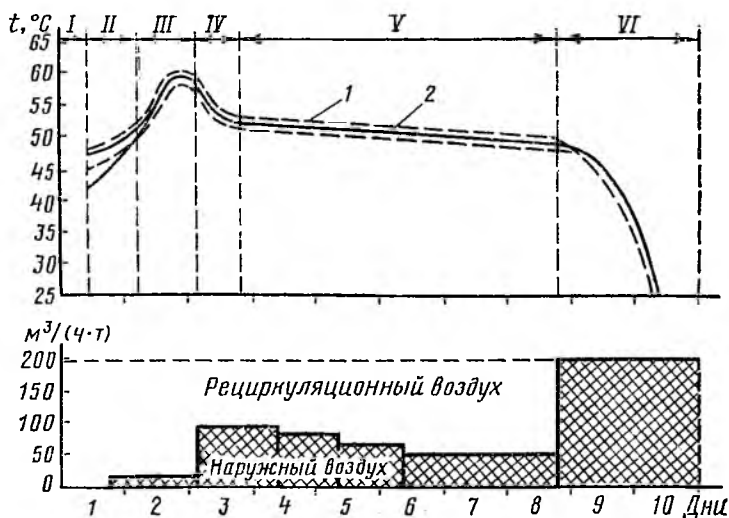


Рис. 32. Температура и вентиляция тоннеля в период пастеризации субстрата в массе. Обозначения те же, что на рис. 31.

Это обусловлено тем, что без притока свежего воздуха при очень малом соотношении воздух: субстрат в тоннеле происходит быстрое накопление углекислого газа и его концентрация превысит допустимую (2 %).

После завершения процесса пастеризации субстрат с помощью усиления вентиляции свежим холодным воздухом охлаждают до 52—54 °С в течение 8—12 ч. С этого момента начинается *период кондиционирования*, в течение которого подачу свежего воздуха для подмешивания к рециркуляционному регулируют с таким расчетом, чтобы поддерживать температуру в пределах 50—54 °С и в то же время иметь концентрацию углекислого газа не выше 2 %. Ориентировочно потребность в свежем воздухе варьирует от 20 до 50 м³/ч на 1 т субстрата (рис. 32).

Окончание процесса кондиционирования субстрата определяют по концентрации аммиака в воздухе тоннеля, которая не должна превышать 10—15 мг/м³.

После завершения периода кондиционирования субстрат охлаждают до 25—26 °С с помощью усиленной вентиляции свежим воздухом.

Температуру в процессе тепловой обработки субстрата контролируют по температуре потока воздуха под решетчатым полом тоннеля и по температуре воздуха над слоем субстрата в верхней зоне тоннеля. Температура субстрата по его слоям имеет минимальное варьирование и лежит всегда между температурой воздуха в верхней и нижней зонах тоннеля, разность которых, как правило, не превышает 3—3,5 °С.

ВЫРАЩИВАНИЕ И ПОСАДКА МИЦЕЛИЯ



Посадочным материалом при выращивании шампиньона служит размноженный мицелий гриба.

Урожай шампиньона в значительной степени зависит от качества посадочного материала. Поэтому

в грибоводстве большое значение имеет выращивание мицелия с высокими хозяйственно-биологическими показателями.

Мицелий как посадочный материал должен отвечать следующим основным требованиям:

быть селекционным, высокоурожайным, давать плодовые тела высокого качества, обильное и компактное плодоношение, быть достаточно устойчивым к заболеваниям;

иметь высокую жизнеспособность, то есть быстро приживаться в субстрате и активно разрастаться в нем;

быть свободным от грибных, бактериальных и вирусных заболеваний.

Мицелий с высокими хозяйственно-биологическими свойствами получают созданием штаммов (сортов) при постоянном отборе форм шампиньона по заранее планируемым признакам, то есть путем направленной селекции. В мировом грибоводстве насчитывается более 50 штаммов шампиньона, которые различаются между собой как по морфологическим, так и по хозяйственно-биологическим признакам, предназначены для различных условий выращивания, ручного или механизированного сбора урожая, для потребления в свежем виде или для переработки.

Интенсификация производства шампиньонов связана с новыми задачами в селекции — создать штаммы, обладающие очень коротким периодом плодоношения (3—4 недели) с интенсивным плодообразованием и плодоношением без снижения общего урожая.

В промышленном грибоводстве для посева используют стерильный споровый мицелий, который выращивают в крупных лабораториях-фабриках или на заводах. Одна из крупнейших фабрик по выращиванию мицелия — фирма «Сомицел» (Франция). Крупные лаборатории по производству мицелия имеются также в Великобритании, Швейцарии, США и других странах.

В нашей стране производство мицелия организовано на заводе совхоза «Заречье» Московской области.

Процесс получения стерильного спорового мицелия включает три стадии: выращивание исходной культуры из спор, выращивание промежуточной куль-

туры и выращивание посевного мицелия. Каждая стадия производства имеет свою технологию и выполняется в помещениях, отвечающих требованиям технологического процесса.

Технологический процесс выращивания посевного мицелия на питательной среде из зерна злаковых культур включает приготовление питательной среды из зерна, смешивание его с минеральными добавками, расфасовку зерна в емкости для выращивания, стерилизацию и охлаждение, инокуляцию промежуточной культурой мицелия, инкубацию, охлаждение и хранение или дозаривание, упаковку и реализацию. Схема технологического процесса показана на рисунке 33.

В зависимости от емкостей, применяемых для выращивания посевного мицелия, технологический процесс может быть с перетариванием мицелия между периодом роста и дозариванием или без него. При выращивании мицелия с перетариванием в качестве емкостей для выращивания используют стеклянные бутылки, цилиндры, а при небольшом объеме производства — конические колбы с диаметром горловины 30 мм. Перетаривают мицелий в пакеты из полимерной пленки вместимостью около 2 л с мелкой перфорацией стенок для воздухообмена.

При выращивании мицелия без перетаривания в качестве емкостей следует применять пакеты из термостойкого полимерного материала с фильтрами тонкой очистки, также изготовленными из полимерного материала. Эти материалы при изготовлении пакетов соединяют между собой пайкой при высокой температуре.

Зерно для приготовления питательной среды должно быть чистое, без примеси дробленого. Допустимое количество примесей не должно превышать 2 %, битого и дробленого зерна должно быть не более 3 %, а влажность зерна — не более 14 %.

Очистку зерна, запаривание, смешивание с минеральными добавками, дозирование проводят в помещениях при обычных условиях. Такие процессы, как стерилизация с охлаждением, инокуляция, первая инкубация, встряхивание и вторая инкубация, а также перетаривание мицелия, — наиболее ответственные в технологическом процессе выращивания мицелия.

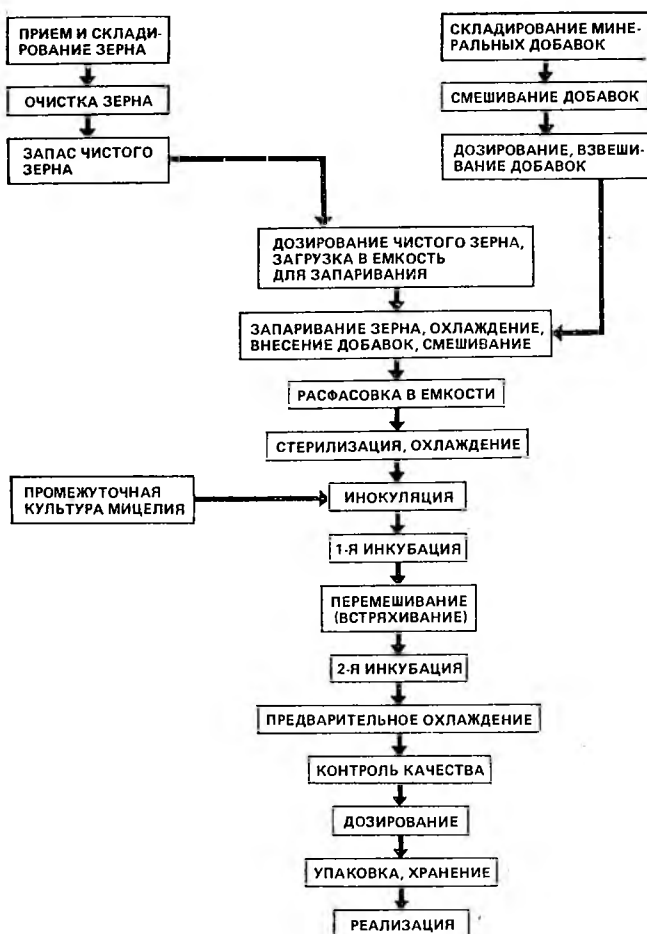


Рис. 33. Схема технологического процесса выращивания мицелия.

Поэтому их следует выполнять в помещениях со стерильными условиями, что достигается кондиционированием воздуха и его микробиологической очисткой через механические фильтры, а также освещением помещений светильниками с кварцевыми лампами. В целях сохранения стерильности и исключения попада-

ния инфекции извне в помещениях поддерживают небольшое избыточное давление.

Для получения мицелия стабильного качества первую инкубацию ведут при температуре 24—26, вторую — при 20—22 °С. Готовый мицелий предварительно охлаждают до 10—12 °С и после выдержки в этих условиях емкости с мицелием помещают в холодильную камеру с температурой воздуха 2—4 °С. Упакованный мицелий перед реализацией можно хранить в холодильной камере при температуре 0—2 °С в течение 1,5—2 месяцев.

Транспортировать мицелий необходимо в рефрижераторах, а после доставки хранить до посева в холодильной камере.

Посадку или посев мицелия можно проводить при снижении температуры в субстрате до 25—27 °С. Более высокая температура, как правило, отрицательно влияет на приживаемость мицелия, а если она держится в субстрате несколько дней, то мицелий может полностью погибнуть. При температуре субстрата ниже 22—23 °С мицелий приживается удовлетворительно, но менее активно, особенно если температура снижается в последующие дни, проходит линейный рост мицелия.

Способ и техника посадки или посева зависят от типа мицелия (компостный или зерновой), а также от системы и способа выращивания культуры.

Компостный мицелий, который чаще используют для посадки при выращивании шампиньона в приспособленных помещениях, высаживают кусочками по 15–20 г в ямки на глубину около 5 см и сверху закрывают субстратом, прижимая его к грибнице. Посадку проводят в шахматном порядке на расстоянии между гнездами в ряду около 20 см. Глубина посадки зависит от величины кусочков мицелия и влажности верхнего слоя субстрата. Если верхний слой субстрата влажный, то достаточно глубины 4—6 см, если сухой, то целесообразно увеличить глубину посадки на 2—3 см. Можно высаживать мицелий в предварительно подготовленные ямки с помощью заостренного колышка, затем присыпать ямки влажным субстратом и прижимать его к грибнице.

Для посадки компостный мицелий извлекают из емкостей металлическим крючком в предварительно про-

дезинфицированные ящики или корзины. Крупные куски разламывают и приступают к посадке.

Если для посадки используют подсушенный мицелий в брикетах, то их разламывают на кусочки такой же величины, как указано выше. В практике грибоводства нередко применяют так называемое оживление подсушенного мицелия. Для этого кусочки мицелия опрыскивают водой, укладывают в ящики и выдерживают в помещении при температуре 24—26 °С и влажности 90—95 %. Мицелий хорошего качества через 2—3 дня трогается в рост, образуя голубовато-белый пушок — молодые гифы.

При недостатке посадочного материала можно размножить стерильную грибницу в ящиках с навозным субстратом. Для этого примерно в 2 раза увеличивают норму посадки. Мицелий разламывают на очень мелкие кусочки и перемешивают с субстратом, затем ящики устанавливают в помещение при температуре 24—26 °С и влажности 90—95 % и дают возможность мицелию хорошо прорасти в субстрате в течение 12—15 дней. Для посадки в гряды из такого мицелия готовят более крупные кусочки массой 20—30 г.

Лучшим способом посева мицелия считают его равномерное перемешивание с субстратом. Для этой цели более подходит мицелий, выращенный на гранулированной питательной среде. Это позволяет механизировать посев и перемешивание мицелия с субстратом. Сейчас для такого механизированного посева применяют зерновой мицелий.

Техника посева мицелия при выращивании шампиньона по однозональной системе на стационарных одностоечных стеллажах следующая. Мицелий в емкостях переносят из холодильной камеры на 12—18 ч в помещение с температурой 20—25 °С, затем его высыпают из упаковок в ведра, перетирают, чтобы разделить соединенные гифами мицелия зерна и около 80 % нормы разбрасывают по поверхности слоя субстрата на стеллажах. Перемешивание мицелия с субстратом выполняют с помощью фрезы на глубину около 15 см, субстрат оправляют и выравнивают с уплотнением вручную или машиной и по поверхности разбрасывают остальную часть нормы мицелия.

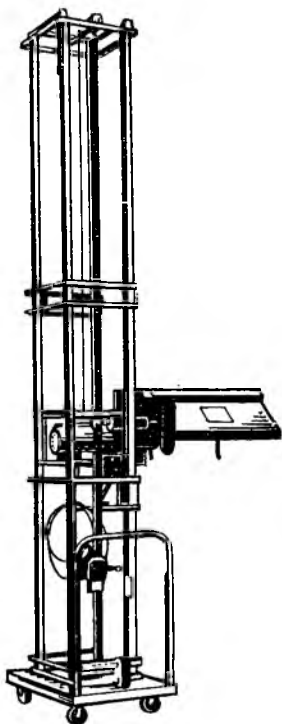
При многозональной системе выращивания шам-

Рис. 34. Фреза для смешивания зернового мицелия с субстратом.

мицелия в контейнерах посев мицелия и перемешивание с субстратом ведется на поточной линии. На этой же линии слой субстрата выравнивается и уплотняется специальным прессом.

При выращивании шампиньона по многозональной системе с пастеризацией субстрата в массе посев мицелия производится специальным высевальным устройством, смонтированным на транспортере. Посев идет во время выгрузки субстрата из тоннеля или при загрузке в тоннель для проращивания мицелия в массе.

Для перемешивания мицелия с субстратом после разбрасывания по поверхности субстрата на одностоечных стеллажах используют фрезу ФПМ-1 (рис. 34), которая имеет следующую техническую характеристику:



Производительность за 1 ч, м ²	90
Привод машины	Электрический
Мощность электродвигателя, кВт	2
Габариты, мм:	
длина	1530
ширина	730
высота в транспортном положении	1960
высота в рабочем положении	3260
Обслуживающий персонал, чел.	2

ПОКРОВНЫЙ МАТЕРИАЛ



Покровный материал — важная составная часть шампиньонного грунта. Без нанесения слоя покровного материала на поверхность субстрата плодовые тела формируются слабо, а чаще совсем не формируются.

Покровный материал играет важную роль в плодoобразовании и плодоношении шампиньона:

- регулирует концентрацию углекислого газа в субстрате и воздухе культивационного помещения в процессе тепло- и газообмена. Слой покровного материала задерживает выделение CO_2 , чем способствует вегетативному росту мицелия;

- регулирует параметры микроклимата в гряде и прилегающей к ней зоне;

- обладая определенной влагоемкостью, служит источником резерва воды, необходимой для развития плодовых тел и испарения;

- предохраняет субстрат от излишних потерь воды.

Требования, предъявляемые к покровному материалу. Он должен иметь прочную мелкокомковатую структуру. Покровный материал с большим содержанием пылеватых частиц, например на основе суглинка, легко расплывается при поливе, затем при подсыхании образует плотную корку, препятствующую газообмену, создает неблагоприятные условия для развития плодовых тел шампиньона. Покровный материал крупнокомковатой структуры может приводить к повреждению гиф мицелия во время сбора урожая, так как при сьеме плодовых тел комки покровного материала сдвигаются, и гифы мицелия обрываются.

Необходимо, чтобы покровный материал обладал высокой влагоемкостью, во время полива впитывал оптимальное количество воды, удерживал ее и затем постепенно отдавал мицелию гриба и расходовал на испарение.

Покровный материал не должен быть богатым питательными веществами для гриба, особенно азотсо-

держащими. Богатый азотом покровный материал вызывает образование большого числа зачатков плодовых тел, значительная часть которых, не развившись, погибает, а развивающиеся плодовые тела, как правило, бывают мелкие и очень быстро раскрываются.

Реакция среды покровного материала должна быть слабощелочной или по крайней мере нейтральной (рН водной суспензии 7,2—7,6). В процессе вегетативного роста и плодоношения покровный материал довольно быстро подкисляется и к концу плодоношения рН снижается до 6,5—6,3. Буферность среды и нейтрализация кислых продуктов метаболизма мицелия происходят за счет кальция, добавляемого к основному компоненту в виде молотого известняка или мергеля. Недостаток кальция сильнее отрицательно влияет на развитие гриба, чем его некоторый избыток.

Покровный материал должен быть относительно стерильным, чистым от вредителей и возбудителей болезней.

Состав покровного материала. Для приготовления покровного материала можно использовать различные типы почвы, низинный, переходный и верховой торф, крупный речной песок, мелко дробленный и молотый известняк, доломит или мергель, мел, шламы, как правило, в смеси при различном соотношении компонентов. В некоторых странах изучали возможность использования в качестве покровного материала пористых синтетических материалов, но они оказались экономически невыгодными.

Чтобы подобрать соотношение компонентов для приготовления покровного материала, необходимо знать характеристику основного компонента — почвы или торфа.

Песчаная почва содержит незначительное количество частиц пылеватой фракции, легко рассыпается, легко пропускает воду и при поливе не образует корку. Она бедна органическими веществами, поэтому свободна от вредителей и источников заболеваний. Реакция среды близка к нейтральной, в связи с чем добавления к ней большого количества известняка или мергеля не требуется.

Недостаток песчаной почвы — ее небольшая влагоемкость, что требует умеренных, но частых поливов. Кроме того, при насыпке песчаной почвы на дву-

трехгребневые валики необходимо предварительное увлажнение, так как недостаточно влажная почва осыпается с их боковой поверхности.

Плодовые тела в покровном слое песчаной почвы формируются, как правило, внутри слоя и на поверхности появляются уже сформированными.

Из-за низкой влагоемкости слой песчаной почвы должен быть 4—6 см. Песчаную почву с успехом можно использовать в смеси с суглинистой, торфом.

Суглинистая и супесчаная почвы состоят из мелких пылеватых глинистых частиц с большим или меньшим содержанием песка. Эти почвы более вязки, чем песчаная, содержат несколько больше гумуса и имеют более высокую влагоемкость и достаточную воздухопроницаемость. Реакция среды чаще слабокислая, поэтому необходима ее нейтрализация известняком или мергелем.

Супесчаная и суглинистая почвы пригодны для приготовления покровного материала как в чистом виде, так и в смеси с низинным или переходным торфом. Глубина слоя покровного материала из этих почв 3,5—5 см.

Глинистая почва содержит значительное количество мелких пылеватых частиц, тяжелая, излишне вязкая, сырая и холодная. Имеет недостаточную влагоемкость, плохо пропускает воду, при поливе склонна к образованию корки, а при подсыхании — к растрескиванию. Воздухообмен через такой покровный слой затруднен. Почва богата питательными веществами, но они практически не доступны для мицелия шампиньона. Реакция среды в большинстве случаев умеренно или слабокислая, поэтому требуется добавление известняка. Плодовые тела на покровном слое формируются крупными, но в меньшем числе, чем на более легких почвах.

При насыпке на гряды глубина слоя должна быть небольшой — 2—3 см. Глинистую почву в грибоводстве используют для составления смесей с менее связными почвами или торфом.

Дерново-подзолистая почва имеет в своем составе много мелких пылеватых частиц, реакция среды ее обычно кислая. При увлажнении сильно уплотняется, а при подсыхании образует плотную корку, через которую плохо проходит вода и воздух. Такая почва

в чистом виде непригодна для приготовления покровного материала, но может быть использована в качестве компонента смеси, особенно с переходным торфом.

Известковая почва характеризуется различным механическим составом и соответственно разными физическими свойствами. По физическим свойствам известковая почва может быть сходна с песчаной, если состоит из плотных каменистых частиц среднего и крупного размера, или с глинистой, если представлена в основном мелкими пылеватыми частицами.

Реакция среды известковой почвы, как правило, слабощелочная, поэтому нейтрализации не требуется. Почва имеет высокую влагоемкость, почти не уступает в этом торфу.

Известковая почва может быть использована для насыпки на гряды как в чистом виде, так и в качестве компонента смесей. Ее можно смешивать с глинистой и песчаной почвой, перегноем. В зависимости от состава известковая почва может быть песчано-мергельной, суглинисто-мергельной, глинисто-мергельной и т. д.

Сейчас в шампиньонных комплексах в качестве основного компонента для приготовления покровного материала используют переходный или низинный торф с добавлением к нему молотого известняка, дробленого доломита или мергеля. Соотношение компонентов зависит от физических свойств и кислотности среды торфа. Как правило, для приготовления покровного материала берут 8–9,5 части торфа и 2–0,5 части доломитовой крошки (по объему).

Для приготовления покровного материала можно использовать и верховой торф, который обладает очень большой влагоемкостью, но имеет сильноокислую реакцию среды. Поэтому соотношение компонентов меняется в сторону увеличения нейтрализующего материала — на одну часть верхового торфа берут две части доломитовой крошки. В районах сахарных заводов заслуживает внимания использование в качестве нейтрализующего материала дефеката — отхода сахарного производства.

Заготовку почвы для приготовления покровного материала рекомендуется проводить после снятия верхнего горизонта на глубину 15–25 см, так как

верхний горизонт пронизан корнями растений, может быть заражен вредителями и возбудителями болезней.

Приготовление покровного материала. Основные требования в процессе приготовления покровного материала — тщательное перемешивание компонентов и умеренное увлажнение готового покровного материала. Небольшое количество покровного материала для подсобных хозяйств при разовом использовании приспособленных помещений можно готовить с помощью бетономешалок. На крупных комплексах применяют машину для приготовления покровного материала (МПЗ-30).

Погрузка исходных компонентов в приемный бункер машины выполняется ковшовым тракторным погрузчиком типа ПКУ-0,8 на базе трактора ЮМЗ-6 или МТЗ-80/82.

Технологический процесс приготовления покровного материала машиной МПЗ-30 следующий. Исходные компоненты загружают в два приемных бункера-дозатора, транспортерами с одновременным дозированием материалы передаются на сепарирующее устройство, которое отделяет крупные примеси — крупные комья, камни, коряги и корни древесных растений; затем материал передается в смеситель, где компоненты перемешиваются и увлажняются. Готовый покровный материал наклонным транспортером затаривается в емкости или ссыпается в кучу.

Расход покровного материала в зависимости от его состава и намечаемой толщины слоя при насыпке составляет 3—5 м³ на 100 м² площади гряд или стеллажей.

Покровный материал, приготовленный на основе почвы, а в летний период и на основе торфа, рекомендуется дезинфицировать термическим или химическим способом.

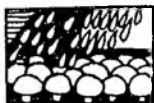
Наиболее эффективна обработка покровного материала паром низкого давления при температуре 60—65 °С и экспозиции 6 ч. При более высокой температуре экспозиция может быть сокращена, но увеличивается возможность повторного заражения покровного материала вследствие гибели полезной микрофлоры и конкурентов паразитирующих микроорганизмов, особенно при необходимости хранения покровного материала.

Техника термической обработки покровного материала может быть различной. Небольшое количество покровного материала, например, в подсобных хозяйствах промышленных предприятий можно обработать паром через перфорированные трубы в куче высотой до 0,5 м с укрытием термостойкой пленкой из полимерного материала. Для термической обработки можно изготовить специальные контейнеры с вмонтированными перфорированными трубами для подачи пара. Для обработки паром большого количества покровного материала на шампиньонном комплексе строят специальное помещение, где слой покровного материала толщиной около 30 см обрабатывают на стеллажах, подавая пар через перфорированные трубы.

Химический метод дезинфекции заключается в обработке покровного материала 40 %-ным раствором формалина. Этот метод дезинфекции эффективен при температуре выше 15 °С. Его можно применять непосредственно в цехе приготовления покровного материала. Техника обработки следующая. Покровный материал укладывают в кучу слоями примерно 15—20 см, опрыскивая каждый слой раствором формалина. Общая высота кучи должна быть около 1 м. Обработанный покровный материал укрывают брезентом, плотной мешковиной или полимерной пленкой. Примерно через сутки укрытие снимают и покровный материал выдерживают в открытой куче для удаления паров формалина. При необходимости более быстрого освобождения покровного материала от паров формалина его целесообразно пропустить повторно через машину для приготовления покровного материала и, если необходимо, дополнительно увлажнить. Этот способ дезинфекции рекомендуется применять в летний период, когда выше опасность заражения.

В последние годы в практике грибоводства используют другой способ обработки покровного материала раствором формалина. По этому способу обработку проводят в камере выращивания непосредственно после насыпки покровного материала на поверхность субстрата. Расход 40 %-ного формалина составляет 0,5—0,75 л на 1 м³ покровного материала, раствор готовят с таким расчетом, чтобы совместить обильный полив покровного материала с обработкой. После обработки камеру в течение 12—16 ч не вентилируют.

УХОД ЗА КУЛЬТУРОЙ



Период роста мицелия в субстрате. Важнейшее условие быстрого роста мицелия — создание оптимальных температуры и влажности субстрата.

Продолжительность роста мицелия в субстрате зависит от способа выращивания культуры.

Грядковый способ выращивания в приспособленных помещениях. При этом способе выращивания, как правило субстрат теряет много тепла через пол помещения, быстро остывает, его температура после посадки мицелия уже через несколько дней составляет 18—22 °С, а иногда и ниже, поэтому прорастание мицелия в субстрате визуально бывает заметно через 4—7 дней после посадки. Приживаемость мицелия проверяют на 7—10-й день. Для этого в различных местах гряды над кусочками грибницы осторожно приподнимают субстрат. Если грибница вокруг посаженных кусочков разрослась во все стороны на 1—3 см, то приживаемость можно считать удовлетворительной. Если же в эти сроки мицелий только начинает образовывать гифы в отдельных местах, то приживаемость считают слабой. Чаще всего слабая приживаемость мицелия обусловлена его низкой жизнеспособностью или чрезмерно низкой влажностью субстрата. В первом случае необходима повторная посадка доброкачественным мицелием, во втором — осторожный равномерный полив субстрата с мелкокапельным распылом воды (желательно через форсунки опрыскивателя).

При грядовой культуре шампиньона, по данным Н. Г. Громова, для роста мицелия благоприятна температура субстрата 18—20 °С, более высокую температуру при выращивании шампиньона на напольных грядах поддерживать практически невозможно. В таких условиях мицелий, как правило, удовлетворительно разрастается в субстрате в течение 18—25 дней.

Позднее было установлено, что наиболее интенсив-

ный рост мицелия происходит при температуре субстрата 24—26 °С и влажности воздуха в культивационном помещении 90—95 %. При этом продолжительность периода роста мицелия в субстрате не превышает 12—14 дней.

Несмотря на высокую влажность воздуха, поверхностный слой субстрата, как правило, значительно подсыхает. Это особенно часто бывает при выращивании шампиньона в приспособленных помещениях, где не предусмотрено оборудование для поддержания необходимого микроклимата. В практике грибоводства для предохранения поверхности субстрата от высыхания используют укрытие гряд газетной бумагой. Для укрытия пригодна бумага, имеющая достаточную прочность и определенную пористость, сохраняющая необходимый уровень газообмена после увлажнения.

Длительное время считали, что повышенная концентрация углекислого газа отрицательно воздействует на приживаемость и вегетативный рост мицелия шампиньона. Х. Чирпе установлено, что концентрация углекислого газа около 2 % (по объему) не оказывает негативного влияния на рост мицелия. Д. Раст показал, что мицелий шампиньона способен фиксировать углекислый газ, то есть в условиях повышенной концентрации CO_2 происходит стимуляция роста мицелия.

П. Лонг и Л. Якобс установили, что оптимальные границы концентрации CO_2 в период роста мицелия и субстрате находятся в очень широких пределах — от 0,03 до 2 % и более.

Высокая концентрация CO_2 может стать причиной снижения активности роста мицелия в субстрате только в том случае, если в культивационном помещении отсутствует вентиляция. Движение воздуха предотвращает также возникновение зон повышенной температуры.

Циркуляция воздуха особенно важна при очень большом количестве субстрата по отношению к объему помещения, а следовательно, и к объему воздуха в нем.

Повышенная концентрация углекислого газа, стимулируя вегетативный рост мицелия, тормозит переход паутинистого мицелия в тяжистый и исключает

возможность преждевременного перехода культуры к плодообразованию.

По-видимому, определенную роль играют и другие газообразные продукты распада органических соединений субстрата и метаболизма мицелия, однако влияние их на вегетативный рост мицелия шампиньона изучено недостаточно.

Культура на стационарных стеллажах. Непосредственно после выполнения работ по посеву мицелия, очистки и мойки камеры выращивания проводят укрытие поверхности слоя субстрата газетной бумагой, увлажняют ее с таким расчетом, чтобы на поверхности не образовались лужицы.

Камеру закрывают, включают систему вентиляции на полную рециркуляцию воздуха. В период вегетативного роста мицелия температуру субстрата поддерживают на уровне 24—26, воздуха — 22—24 °С, влажность воздуха — в пределах 90—95 %. Ежедневными легкими поливами (0,2—0,3 л/м²) увлажняют бумагу. На 3—4-й день проверяют приживаемость мицелия в субстрате. Для этой цели в нескольких местах приподнимают бумагу и визуально определяют степень разрастания мицелия. Если гифы мицелия в виде тонких нитей имеют длину около 1—2 см, то считают, что приживаемость мицелия хорошая, если длина их 0,3—0,5 см, то приживаемость удовлетворительная.

Продолжительность периода вегетативного роста мицелия в субстрате составляет, как правило, 11—13 дней. В этот период важно выполнять систему профилактических мероприятий по борьбе с вредителями и болезнями. Постоянно должна работать система кондиционирования на режиме полной рециркуляции воздуха. Концентрацию углекислого газа поддерживают на уровне не выше 2 %.

При повышении температуры в субстрате системой автоматического регулирования параметров микроклимата включается охлаждающий элемент кондиционера-доводчика. Если температура не снижается, то открывают клапан подачи свежего воздуха для снижения температуры смесью свежего воздуха с рециркуляционным. При снижении температуры ниже оптимальной автоматически включается элемент подогрева кондиционера-доводчика. Влажность воздуха в пределах заданной регулируется автоматически по-

дачей пара в поток воздуха в распределительном канале.

Окончанием периода вегетативного роста мицелия в субстрате считают прорастание его на полную глубину слоя субстрата.

Проращивание мицелия в массе субстрата (в тоннеле). Уход за культурой включает контроль за температурой при автоматическом регулировании параметров микроклимата. Продолжительность периода роста мицелия в тоннеле составляет 10—12 дней. Уровни концентрации CO_2 в воздухе тоннеля не выше 2 % добиваются подачей 10—20 % свежего воздуха для смешивания его с рециркуляционным.

Насыпка покровного материала. Н. Г. Громов указывает, что срок насыпки покровного материала следует определять не числом дней с момента посева или посадки мицелия, а степенью разрастания мицелия в субстрате.

В помещениях без регулирования параметров микроклимата насыпку покровного материала проводят, как правило, через 18—21 день после посадки мицелия.

В камерах выращивания с регулируемым микроклиматом, по данным Ф. К. Аткинса, при посеве зернового мицелия и перемешивании на полную глубину слоя субстрата насыпку покровного материала можно проводить на 11—13-й день после посева.

Глубина слоя покровного материала зависит от его состава. Легкий по составу покровный материал насыпают слоем 4,5—5 см, тяжелый, с примесью большого количества глинистых частиц, — 3—4 см. В связи с этим потребность в покровном материале несколько варьирует и составляет обычно 4—4,5 м³ на 100 м² площади гряд.

При выращивании шампиньона на напольных грядах насыпку покровного материала выполняют вручную. При этом влажность покровного материала должна быть умеренной, чтобы при разравнивании он не осыпался, особенно на дву-, трехгребневых валиках. При выращивании культуры шампиньона в контейнерах насыпка покровного материала ведется на поточной линии, иногда при посеве мицелия, что в последующем исключает необходимость вывоза контейнеров для выполнения этой операции. Однако насыпка

покровного материала в слишком ранние сроки может привести к снижению урожая и не всегда экономически оправдана.

На одностоечных стационарных стеллажах по однозональной системе выращивания для более равномерного распределения покровного материала на предварительно тщательно выровненном слое субстрата целесообразно пользоваться определенной меркой, например бачками известной емкости. После насыпки покровного материала его вручную разравнивают по поверхности субстрата. Важно, чтобы слой покровного материала при разравнивании не уплотнялся и поверхность не приглаживалась. Затем камеру очищают, все остатки покровного материала удаляют, промывают камеру струей воды из шланга и проводят полив.

При выращивании шампиньонов по многозональной системе с пастеризацией субстрата и проращиванием мицелия в массе насыпку покровного материала проводят одновременно с наполнением двухстоечных стеллажей субстратом.

Период роста мицелия в субстрате и покровном материале очень короткий — 8—9 дней. Уход за культурой в этот период заключается в поддержании определенных параметров микроклимата в камере выращивания, проведении поливов.

Температуру и вентиляцию необходимо отрегулировать так, чтобы создать условия для быстрого разрастания мицелия в слое покровного материала. Оптимальная температура субстрата 24—27°C, температура воздуха помещения на 1—3°C ниже температуры субстрата. При активном росте мицелия температура в грядах в течение нескольких дней будет иметь тенденцию к повышению. Поэтому, создавая более низкую температуру воздуха, поддерживают температуру субстрата на оптимальном уровне, не допуская ее подъема выше 28°C. Если температура субстрата все же поднимется на несколько дней выше 28°C, то это вызовет появление так называемого краевого эффекта, то есть плодоношение будет только по краям гряды, иногда в средней части гряды плодовые тела в первую волну плодоношения совсем не появляются. Общий урожай в таком случае будет ниже. Поэтому в помещениях без системы охлаждения в летний период не

рекомендуется наполнять емкости максимальным количеством субстрата.

Вентиляция в период роста мицелия в субстрате и покровном материале определяется температурой субстрата. В идеальном случае, если температура в слое субстрата составляет 24—27 °С, вентиляция помещения не требуется. Концентрация углекислого газа в воздухе в пределах 1—2 % не вызывает отрицательных явлений и даже способствует вегетативному росту мицелия. При незначительном повышении температуры субстрата она, как правило, снижается с помощью охладителя кондиционера-доводчика. Однако бывают случаи, когда вследствие активного выделения тепла грядками температура в субстрате повышается быстро и кондиционер-доводчик не справляется с ее регулированием. В этом случае необходима подача свежего воздуха от центрального кондиционера или наружного холодного воздуха.

Особенности полива заключаются в том, что в момент насыпки покровный материал имеет недостаточную влажность и за первые 3—4 дня после насыпки ее необходимо довести до оптимума. В зависимости от состава и структуры покровного материала норма полива варьирует от 1 до 3—4 л на 1 м² гряды, в последующие дни норму полива постепенно снижают. Общий расход воды за 3—4 дня после насыпки покровного материала на основе торфа составляет 8—12 л на 1 м² гряды. Влажность покровного материала за 3—4 дня доводят до 75—80 % НВ. В последующие дни норму полива ограничивают 0,5—1 л на 1 м² в зависимости от влажности слоя покровного материала, то есть поддерживают достигнутую влажность.

Период роста мицелия в покровном материале заканчивается при появлении отдельных пятен гиф мицелия на поверхности покровного материала (как правило, в пониженных местах слоя покровного материала).

Период плодообразования, так же как и период роста мицелия, очень короткий — 2—4 суток. Обильное образование зародышей плодовых тел происходит при температуре субстрата 18—20 °С и концентрации СО₂ в зоне их образования в пределах 0,1—0,3 %. Считают, что существенную роль в плодообразовании играет испарение влаги. Поэтому непосредственно

плодообразованию предшествует переходный период — резкого изменения параметров микроклимата, и в первую очередь охлаждения субстрата и снижения концентрации углекислого газа. Это достигается усиленной вентиляцией камеры выращивания холодным свежим воздухом. Таким образом, в задачу переходного периода входит проведение возможно быстрого охлаждения субстрата с 26 до 19 °С усиленной вентиляцией свежим холодным воздухом (10—14 °С). При этом температура воздуха культивационного помещения снижается до 14—16 °С, а концентрация углекислого газа — до 0,06—0,1 %. Продолжительность переходного периода не должна превышать 36 ч. Влажность воздуха в это время очень сильно варьирует.

Технология выращивания перед охлаждением камеры предусматривает рыхление слоя покровного материала, а для механизированного сбора — и тщательное выравнивание поверхности покровного материала. При выращивании культуры в приспособленных помещениях, а также по однозональной системе на стационарных одностоечных стеллажах эту операцию выполняют с помощью простого приспособления — гребенки-гвоздевки, представляющей собой деревянную планку с одним рядом зубьев (гвоздей) с шагом 30—40 мм. Глубина рыхления слоя покровного материала 1—3 см. При выращивании шампиньона на двухстоечных стационарных стеллажах по однозональной или многозональной системе рыхление слоя покровного материала и выравнивание его поверхности выполняют приспособлением, показанным на рисунке 35.

В этот период необходимо проводить очень умеренные поливы нормой 0,2—0,5 л на 1 м², а если влажность покровного материала достаточна, то культуру можно совсем не поливать. Особое значение придает вентиляции, чтобы была достаточная подвижность воздуха и температура в гряде не повышалась.

При появлении зародышей плодовых тел величинной с горошину наступает следующий период — роста плодовых тел.

Период роста плодовых тел. Наиболее благоприятные условия для роста плодовых тел: температура воздуха в помещении 15—16 °С, температура субстра-

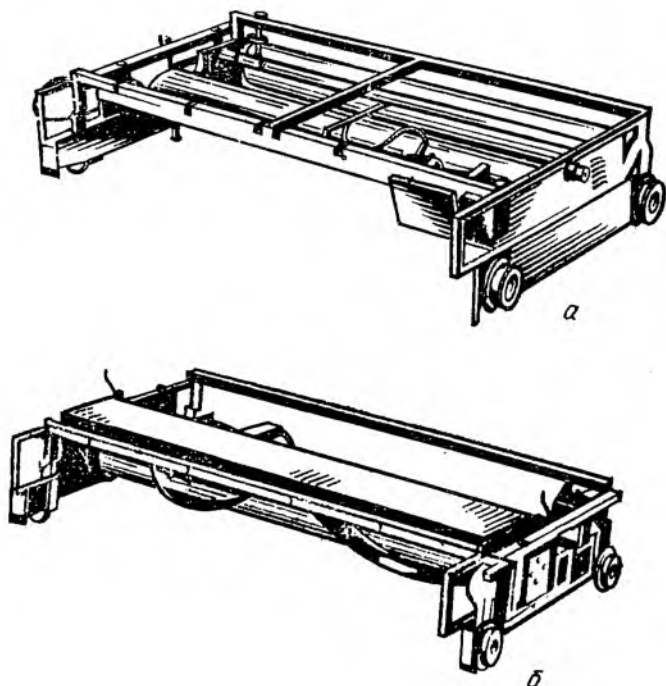


Рис. 35. Машины для рыхления (а) и выравнивания (б) слоя покровного материала.

та 17—20 °С, влажность воздуха в пределах 85—90 % и содержание CO_2 не более 0,1 %. Скорость потоков воздуха над поверхностью гряд не должна превышать 0,5—0,6 м/с, так как шампиньон не переносит сквозняков, особенно холодного воздуха, и, кроме того, сильные воздушные потоки приводят к быстрому иссушению слоя покровного материала.

Таким образом, в период роста плодовых тел уход за культурой заключается в регулярных поливах гряд, умеренной вентиляции и поддержании указанной выше температуры и влажности воздуха.

После появления плодовых тел на поверхности слоя покровного материала постепенно увеличивают норму полива до 1—1,5 л на 1 м² в день, в зависимости от количества растущих плодовых тел. При стабилизации температуры в субстрате вентиляцию нес-

колько уменьшают с таким расчетом, чтобы концентрация CO_2 в воздухе помещения не превышала 0,08—0,09 %, а скорость потока воздуха над поверхностью гряд была в пределах 0,2—0,3 м/с.

В помещениях с нерегулируемым микроклиматом влажность воздуха на необходимом уровне рекомендуется поддерживать путем регулярного увлажнения пола, а если возможно, то и нижней части стен помещения.

Период роста плодовых тел до первого сбора урожая, как правило, продолжается 16—20 дней с момента насыпки покрывного материала.

Период плодоношения. Плодообразование и, следовательно, плодоношение культуры шампиньона происходят волнообразно, то есть после активного плодоношения наступает его спад.

Обычно время каждой «волны» составляет одну неделю. Однако это в определенной степени зависит от штамма шампиньона и условий выращивания. Продолжительность волны плодоношения, количество и качество плодовых тел в определенной степени зависят от параметров микроклимата, воздухообмена помещения (рис. 36) и режимов полива культуры.



Рис. 36. Плодоношение шампиньона на стеллажах.

В течение периода плодоношения и сбора урожая стремятся поддерживать температуру воздуха в помещении на уровне $15\text{--}16^{\circ}\text{C}$, температура в грядках сначала составляет около $18\text{--}19^{\circ}\text{C}$, затем постепенно снижается и через 3—4 недели сравнивается с температурой воздуха. Для поддержания активности микрофлоры в субстрате на четвертую неделю этого периода температуру воздуха повышают до 17°C и в дальнейшем поддерживают на таком уровне до конца оборота культуры. При необходимости задержать рост и сбор плодовых тел рекомендуется температуру воздуха в камере снизить до $13\text{--}14^{\circ}\text{C}$. Кроме того, после окончания волны плодоношения температуру в культивационном помещении на 1—2 дня повышают для создания оптимальных условий для обильного плодобразования гриба и для жизнедеятельности микрофлоры в субстрате.

В период плодоношения необходимо стремиться отрегулировать воздухообмен (циркуляцию) так, чтобы скорость потока над поверхностью гряд приближалась к $0,2\text{ м/с}$. Высокая скорость потоков приводит к неоправданному иссушению слоя покровного материала, требуется проведение дополнительных поливов, нарушается стабильность параметров микроклимата.

Объем свежего воздуха для вентиляции зависит от уровня метаболизма в субстрате. В течение первых трех волн плодоношения выделение CO_2 грядками в среднем составляет $0,06\text{ г/ч}$ на 1 кг субстрата. Таким образом, при наполнении гряд субстратом ($100\text{--}110\text{ кг}$ на 1 м^2) выделение CO_2 составит $6\text{ г/(ч}\cdot\text{м}^2)$ при температуре субстрата 16°C . При повышении температуры субстрата на 1°C выделение CO_2 увеличивается на 20 %. Непосредственно после полива концентрация CO_2 на некоторое время довольно сильно повышается как в субстрате, так и в прилегающей зоне воздуха над грядой. Все это указывает на то, что в период плодоношения технике вентиляции следует уделять большое внимание.

Объем воздуха для вентиляции камеры выращивания можно рассчитать исходя из нормы подачи 1 м^3 свежего воздуха на 1 м^2 гряды за 1 ч, что соответствует 1 кг растущих плодовых тел при укладке $100\text{--}110\text{ кг}$ субстрата на 1 м^2 . Нужно иметь в виду, что этот расчет применим только при определенном отно-

шении объема воздуха к полезной площади культивационного помещения.

Примерный объем подаваемого свежего воздуха в камеру выращивания полезной площадью 400 м² при различной температуре субстрата приведен в таблице 13.

13. Потребность в свежем воздухе в зависимости от температуры и урожая при расходе субстрата 100—110 кг на 1 м²

Температура субстрата, °С	Урожай, кг на 1 м ²	Вентиляция, м ³ на 1 м ²	Потребность в свежем воздухе в расчете на камеру площадью 400 м ² , м ³
16	1	1,0	400
16	2	2,0	800
18	2	2,9	1060
16	3	3,0	1200
18	3	4,3	1720
16	5	5,0	2000
17	5	6,0	2400
18	5	7,2	2900
20	6	12,0	4800

При выращивании шампиньона в приспособленных помещениях с естественной вентиляцией, например в подсобных хозяйствах, важное значение имеет отношение объема воздуха культивационного помещения к общей площади гряд. Это отношение должно быть минимум около 3, но лучше, если оно будет между 3 и 5, то есть на 1 м² гряды приходится 3—5 м³ воздуха. При недостаточном воздухообмене такое отношение обеспечивает концентрацию углекислого газа в допустимых пределах.

В период плодоношения большое значение для получения высокого урожая играют регулярные и правильные поливы культуры. Необходимая влажность покровного материала достигается еще до начала плодoобразования, в период плодoобразования влажность поддерживается регулярным проведением легких поливов, но по мере роста плодовых тел норму полива нужно постепенно увеличивать. Практически влажность покровного материала проверяют так: при сжатии его в руке должно выделяться небольшое количество воды.

Поливом необходимо компенсировать величину

испарившейся влаги за время, прошедшее после предыдущего полива. Считают, что для формирования 1 кг плодовых тел из гряды расходуется около 2 л воды; 1 л (точнее 0,9 л) воды выносится с урожаем и около 1 л испаряется из слоя покровного материала. Установлено, что расход воды на формирование урожая происходит в основном из субстрата.

Учитывая, что слой покровного материала весьма тонкий, норму полива следует ограничивать 1 л на 1 м², если этого недостаточно, то лучше дать два полива в один день. При обильном поливе вода может попасть в слой субстрата и вызвать отмирание мицелия. Если за волну плодоношения, например, ожидают урожай 5 кг на 1 м², то за несколько дней необходимо дать при поливах около 2000 л воды на каждую камеру полезной площадью 400 м².

Периодичность и норма полива зависят также от физико-механических свойств покровного материала,

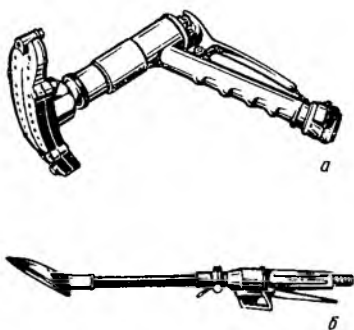


Рис. 37. Насадки на шланг для полива культуры:

а — после насыпки покровного материала; б — в период плодоношения.

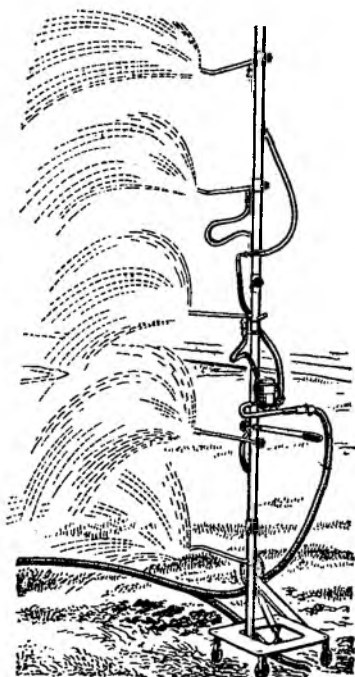


Рис. 38. Машина для полива культуры на стеллажах.

температуры и влажности воздуха в культивационном помещении. Очевидно, что покровный материал с высокой водоудерживающей способностью и достаточной воздухопроницаемостью (на основе торфа, дерновой земли) может удерживать большее количество воды, не допуская проникновения ее в субстрат, чем, например, супесчаная почва.

В связи с тем что ткани плодовых тел шампиньона очень нежные, струя воды при поливе должна иметь мелкий распыл. В противном случае от ударов капель воды может потемнеть кожица шляпок. Правильную технику полива обеспечивают насадки мелкого распыла (рис. 37). Применяют также специальную машину, с помощью которой проводят полив одновременно на пяти ярусах стеллажей (рис. 38).

При поливе с распыляющими насадками шланг держат так, чтобы капли воды падали на поверхность гряды перпендикулярно, что снижает их ударную силу. Полив должен быть равномерным, особенно по краям гряды. Расход воды контролируют по водомеру, устанавливаемому перед поливным шлангом; на поливальной машине водомер предусмотрен как обязательный узел.

Непосредственно после полива следует усилить вентиляцию помещения, особенно если поливали растущие плодовые тела. Это связано с тем, что влажная поверхность шляпок плодовых тел служит благоприятной средой для бактерий, вызывающих заболевание ржавой пятнистостью.

СБОР УРОЖАЯ И ХРАНЕНИЕ ШАМПИНЬОНОВ



В зависимости от условий выращивания плодоношение шампиньона начинается через 18—40 дней после насыпки покровного материала, в камерах выращивания шампиньонницы с регулируемым микроклиматом начало плодоношения

варьирует между 18 и 21-м днем после насыпки покровного материала.

При высокой активности вегетативного роста мицелия и нормальной влажности слоя покровного материала образование зародышей плодовых тел происходит на глубине 1—1,5 см от поверхности покровного материала. Причем если для посадки использовали компостный мицелий, то образование зародышей плодовых тел происходит группами, кучно. В дальнейшем по мере старения мицелия в местах посадки и разрастания его в субстрате плодовые тела образуются как группами, так и одиночно. При посеве зерновым мицелием с перемешиванием его с субстратом образование зародышей и рост плодовых тел происходят более равномерно по поверхности гряд, хотя не исключено образование группы их, особенно в течение первой волны плодоношения.

Первые сборы в начале плодоношения бывают незначительными, затем в течение 3—4 дней резко возрастают и вновь сокращаются, чаще всего наступает перерыв в плодоношении на 2—3 дня, а иногда и более. Наибольшая активность, как правило, бывает в течение первых трех недель плодоношения, затем оно постепенно затухает. Величина урожая по волнам плодоношения определяет рентабельность срока сбора урожая. При выращивании шампиньона в культивационных помещениях с регулируемым микроклиматом продолжительность плодоношения не превышает 5—6 недель. За последние годы при выращивании шампиньона в некоторых зарубежных странах наблюдается тенденция к сокращению срока плодоношения до 3—4 недель. В приспособленных помещениях с естественной вентиляцией срок плодоношения значительно растягивается и может продолжаться до 4—6 месяцев.

Собирают плодовые тела шампиньона в молодом возрасте, когда края шляпки завернуты вниз и соединены с ножкой частным покрывалом, так называемые закрытые плодовые тела. Техника сбора заключается в следующем. Плодовые тела берут за шляпку и, слегка прижимая вниз, поворотом отрывают от мицелия. При такой технике сбора грибница повреждается минимально. Если плодовые тела растут плотными группами, то рекомендуется снимать все грибы

группы независимо от их размера, так как мелкие плодовые тела при сьеме только крупных повреждаются и затем отмирают.

При обычном плодоношении сбор проводят ежедневно или через день по мере достижения плодовыми телами съемной спелости, а при обильном плодоношении — ежедневно.

Гряды после сбора урожая очищают от остатков ножек, комков сросшегося поверхностного мицелия, отмерших недоразвитых плодовых тел, затем образовавшиеся ямки подсыпают свежим покровным материалом. При обильном урожае плодовых тел проводить эти операции во время волны плодоношения практически невозможно, их выполняют в конце волны плодоношения, а затем проводят мероприятия по борьбе с болезнями и вредителями.

Одновременно со сбором урожая целесообразно сортировать плодовые тела по качеству и укладывать продукцию в специальную тару, удобную для работы и последующей транспортировки при реализации грибов. При такой технике устраняются перевалки продукции и сохраняется качество грибов.

В шампиньонниках для сбора урожая используют лестницы-стремянки (рис. 39), подъемные платформы для сбора урожая на верхних ярусах стеллажей, а также тележки для сбора с нижнего яруса стеллажей. Плодовые тела во время сбора сортируют на два сорта.

Шампиньоны стандартные. К этому сорту относят

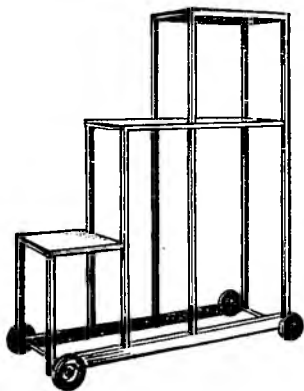
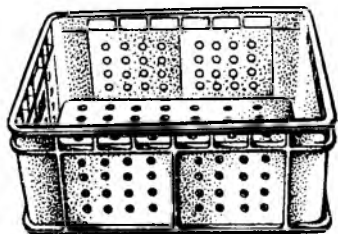


Рис. 39. Лестница-стремянка для сбора урожая

Рис. 40. Ящик пластмассовый вместимостью 6 кг для укладки и реализации шампиньонов.



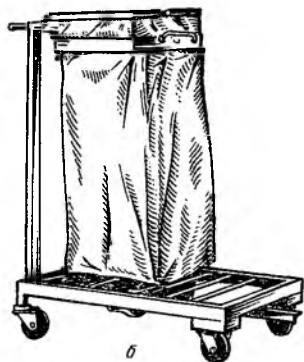
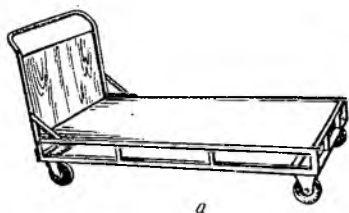


Рис. 41. Тележки для перевозки продукции (а), для сбора и транспортировки отходов из камер выращивания (б).

плодовые тела разных размера и формы (свойственных определенному виду), окраски шляпки, но неуродливые, целые, шляпка с неразорванным или частично разорванным частным покрывалом, пластинки розовые, плодовые тела чистые или с незначительным количеством прилипшей земли. Допускаются незначительные механические повреждения и легкое потемнение кожицы от нажимов и потертости (до $\frac{1}{4}$ шляпки); наличие до 3 % нестандартных, но пригодных в пищу грибов.

Шампиньоны нестандартные. В этот сорт включают плодовые тела с частично или полностью разорванным покрывалом, с розовыми или розовато-бурыми пластинками с нижней стороны, а также плодовые тела с рыхлой мякотью, треснувшие, поломанные, с механическими повреждениями, поврежденные вредителями и пораженные болезнями, но имеющие не менее половины здоровой мякоти.

Для укладки и реализации шампиньонов применяют ящики из полимерных материалов вместимостью от 2 до 6 кг (рис. 40) или картонные коробки вместимостью до 1 кг.

Продукцию из камер выращивания в помещение для упаковки и реализации транспортируют на тележках, отходы при уборке урожая собирают в закрытые емкости, также установленные на специальных тележках (рис. 41).

Шампиньоны относятся к скоропортящимся продуктам. При повышенной температуре они довольно быстро теряют качество — снижается тургор, плодовые

тела становятся вялыми, шляпки темнеют, приобретая коричневатую окраску, и раскрываются, ножки удлиняются. Изменение окраски поверхности шляпок связано с незначительными повреждениями их (удары, нажатие и т. д.), что усиливает активность ферментов, прежде всего полифенолоксидазы, а также с подсыханием кожицы шляпок при испарении воды. Чтобы предотвратить быструю потерю качества плодовых тел и продлить на несколько дней срок хранения шампиньонов, необходимо соблюдать следующие требования:

избегать повреждения плодовых тел при сборе, соблюдать осторожность, не бросать плодовые тела, как можно меньше прикасаться к грибам руками, сильно не сжимать продукцию при упаковке;

не складировать ящики с шампиньонами в местах сильных потоков сухого воздуха, штабеля ящиков накрывать тканевым покрывалом или полимерной пленкой;

непосредственно после сбора охлаждать шампиньоны до 2—3°С.

Кроме охлаждения шампиньонов после сбора, их следует транспортировать в машинах-рефрижераторах и в период продажи также содержать в холодильных камерах. Можно транспортировать охлажденные шампиньоны в машинах с изотермическим кузовом, а при дальних перевозках по железной дороге — в вагонах-ледниках или изотермических вагонах.

ПОДГОТОВКА КУЛЬТИВАЦИОННОГО ПОМЕЩЕНИЯ К НОВОМУ ОБОРОТУ КУЛЬТУРЫ



По окончании плодоношения шампиньона отработанный субстрат выгружают из культивационного помещения, тщательно очищают и готовят к закладке нового оборота культуры.

В целях профилактики, а если в период плодоно-

шения имеются заболевания — в целях уничтожения источников инфекции, отработанный субстрат в камере выращивания рекомендуется подвергнуть термической обработке при температуре 70—75 °С в течение 12 ч. Для этого включают систему вентиляции при полной рециркуляции воздуха и в камеру пускают пар, при помощи которого происходит разогрев субстрата до требуемой температуры; через 12 ч включением подачи свежего холодного воздуха в систему вентиляции проводят охлаждение субстрата примерно до 25—30 °С. Затем субстрат выгружают из камеры выращивания, загружают в транспортное средство и вывозят в место складирования.

Использование паровой обработки обеспечивает уничтожение практически всех болезнетворных организмов и вредителей — различных плесеней, нематод, клещей, мух, комариков и их личинок. Если нет возможности провести паровую обработку субстрата в камере, то после выгрузки отработанного субстрата камеру очищают, моют и дезинфицируют химическими средствами.

Техника выполнения работ по выгрузке отработанного субстрата из культивационного помещения зависит от способа выращивания культуры. При экстенсивном способе выращивания на напольных грядах погрузку субстрата, как правило, выполняют без предварительной термической обработки. При выращивании в овощных теплицах можно использовать погрузочные средства общего назначения с последующей подчисткой нижнего слоя субстрата, находящегося на тепличном грунте. Вопросы механизации работ по выгрузке отработанного субстрата из приспособленных помещений для выращивания шампиньонов должны решаться индивидуально в соответствии с конкретными условиями.

При многозональной системе выращивания в контейнерах субстрат из них выгружают контейнероопрокидывателем с одновременной погрузкой транспортером в транспортное средство. Транспортируют контейнеры из помещения с помощью электропогрузчика. При однозональной системе выращивания на одностоечных стационарных стеллажах можно использовать комплект ленточных транспортеров, устанавливаемых в проходе между стеллажами, субстрат с яру-

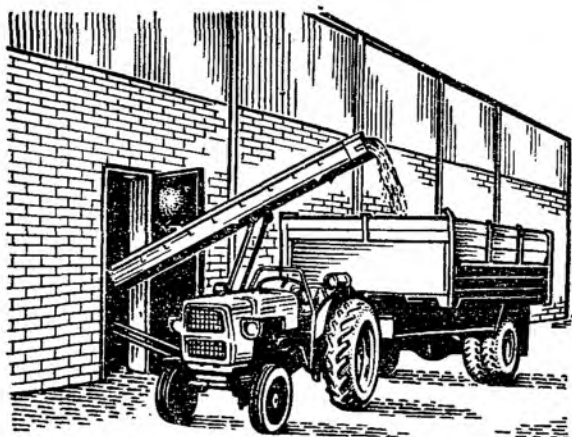


Рис. 42. Выгрузка субстрата из камеры выращивания грибов.

сов стеллажей сбрасывают на транспортер вручную. Последняя наклонная секция транспортеров загружает субстрат в транспортное средство (рис. 42).

Если на стеллажах используют транспортную сетку из полимерного материала, то технология выгрузки отработанного субстрата заключается в следующем. В торцевой части камеры со стороны компостного коридора в проходе между стеллажами устанавливают машину для выгрузки субстрата, которая с помощью лебедки стягивает сетку с субстратом, передает последний на поперечный ленточный транспортер, затем по продольным транспортерам загружает субстрат на транспортное средство. Подъем лебедки по уровням ярусов стеллажей осуществляется подъемным устройством.

При выращивании культуры на двухстоечных стационарных стеллажах для выгрузки субстрата используют пятишпindleльную лебедку и наклонный транспортер, устанавливаемые в торцевой части камеры со стороны компостного коридора. Выгрузка ведется следующим образом. Последовательно по ярусам стеллажа сетки крепят к шпindleльному устройству, включением привода лебедки сетка со слоем субстрата сдвигается с места, затем эта операция повторяется

на следующих ярусах стеллажа, а непосредственно выгрузка субстрата выполняется одновременно со всех ярусов стеллажа. Отработанный субстрат перегружается на наклонный транспортер, который загружает его в транспортное средство.

После выгрузки субстрата стеллажи очищают от его остатков, моют и дезинфицируют сетки, чистят камеру, моют пол и, если необходимо, стены.

Отработанный субстрат представляет собой органическое удобрение высокого качества, которое можно использовать под многие культуры в открытом грунте. По данным П. Феддера, смесь субстрата с покровным материалом при выгрузке из камеры выращивания имеет кислотность среды около 6,3 (рН водн.), в среднем содержит 0,6 % азота, 0,6 % фосфора, 0,8 % калия и 3 % кальция в пересчете на свежий материал, 20—25 % органического вещества и 18—20 % золы.

Однако в период выращивания культуры возможно накопление в субстрате вредителей и источников грибных заболеваний. Поэтому для использования отработанного субстрата необходима его предварительная термическая обработка. Кроме того, мицелий шампиньона остается живым и может продолжать расти в поле и даже образовывать плодовые тела, а пропаривание субстрата в конце оборота культуры снижает вероятность перенесения инфекции в поле. В некоторых странах пропаренный отработанный субстрат применяют в качестве удобрения для улучшения тепличных грунтов при выращивании огурца, в СССР отработанный субстрат используют в открытом грунте.

БОРЬБА С ВРЕДИТЕЛЯМИ И БОЛЕЗНЯМИ



В получении высоких урожаев шампиньона важную роль играет регулярная борьба с вредителями и болезнями этой культуры.

Практика грибоводства многих стран показала, что в культивационных помещениях, в сильной степе-

ни зараженных вредителями и возбудителями болезней, урожай шампиньона значительно снижается, а в отдельных случаях мицелий и плодовые тела полностью уничтожаются. Среди низших грибов и бактерий, участвующих в разложении органических материалов в период ферментации, многие относятся к конкурентам шампиньона в отношении использования питательных веществ, а некоторые — к возбудителям серьезных болезней.

Наиболее распространенные вредители и болезни шампиньона можно разделить на несколько основных групп.

1. Вредители: грибные комарики и мухи, клещи, ногохвостки, нематоды, мокрицы, грызуны.

2. Грибные болезни: плесени, поражающие главным образом субстрат; плесени, поражающие в одинаковой степени субстрат и покровный материал; плесени, развивающиеся только в покровном материале.

3. Бактериальные болезни: бактериальная пятнистость и мумификация плодовых тел.

4. Вирусные заболевания.

По характеру повреждений и поражений вредители и возбудители болезней подразделяются на три группы: заселяющие только мицелий, только плодовые тела и заселяющие мицелий и плодовые тела шампиньона.

Имеются также различные отклонения непаразитарного характера, вызываемые физиологическими факторами или нарушениями технологии выращивания.

К особой группе можно отнести некоторые грибы — конкуренты шампиньона.

ВРЕДИТЕЛИ

Грибные комарики и мухи распространены очень широко и могут наносить серьезный ущерб в шампиньоннице, особенно в летний период.

Комарики и мухи относятся к отряду двукрылых. Известно пять семейств этого отряда, трофически связанных с грибами, но из них наиболее распростра-

нены и причиняют вред шампиньону при искусственном выращивании представители только трех семейств.

Семейство ликоридных — *Lycoriidae* (*Sciaridae*). Комарики этого семейства представляют обширную группу двукрылых насекомых, повреждающих шампиньон при искусственном выращивании. В шампиньонницах можно обнаружить представителей примерно 12 видов этого семейства, однако наиболее вредоносны для шампиньона виды *Lycoriella solani* Winn., *L. auripilla* Winn., *L. fucorum* Frey, *Bradisia brunnipes* Meig.

Цикл индивидуального развития комариков семейства ликорид включает четыре фазы: яйцо, личинку, куколку и имаго (взрослые особи). По внешнему виду комарики ликориды во все фазы развития очень схожи между собой. Имаго мелкие, длиной 2—4 мм. Голова темноокрашенная, маленькая, шаровидная, опущенная книзу; глаза фасеточные, крупные, почковидной формы; усики, или антенны, длинные, нитевидные, имеют 15—16 члеников, два основных членика шарообразные. Грудь черная, на ней находится пара прозрачных, слегка затемненных крыльев (иногда бескрылые — чаще самки), жилкование крыльев довольно постоянное, со слабой, но явной костализацией. Ноги тонкие, удлинённые, вершины голеней передних ног имеют по одной шпоре, средние и задние — по две шпоры. Брюшко удлинённо-коническое, заостренное к заднему концу, сверху темное, снизу желтоватое, оканчивающееся яйцекладом у самок и гипопигием у самцов (рис. 43, а). Взрослые самки активны в течение пяти дней, самцы — на несколько дней больше.

Самка откладывает 150—170 яиц, по одному или группами по 20—40 штук в субстрат, покровный материал или на плодовые тела — гимениальный слой или основание ножки шампиньона. Яйца белые, блестящие, полупрозрачные, овальной формы, длиной от 0,15 до 0,7 мм (у разных видов). Фаза яйца в зависимости от температуры продолжается 4—10 дней.

В зависимости от температуры и влажности личинки живут от 8 до 16 дней. За этот период личинка проходит четыре возраста через линьки, каждый возраст личинки имеет определенный размер головной

капсулы. Личинка четвертого возраста достигает длины 5—8 мм, имеет черную блестящую головную капсулу, тело ее состоит из 12 сегментов, покрыто полупрозрачной кутикулой, сквозь которую просвечивает темный кишечник. Личинки окукливаются в субстрате, покровном материале, реже внутри плодовых тел, в тонком паутинном коконе.

Куколки белого цвета с более темной спинной стороной, усаженной короткими черными волосками. К моменту вылета комарика куколка становится почти черной. В зависимости от окружающих условий куколка живет 5—8 дней.

Общая продолжительность цикла индивидуально-го развития колеблется от 24 до 38 дней.

Вредят шампиньону личинки ликориид, которые уничтожают ризоморфы, вызывая массовую гибель зародышей плодовых тел, а также проникают в плодовые тела, прогрызая в них многочисленные ходы. Кроме того, комарики являются переносчиками растительноядных клещей и грибных болезней.

Семейство галлиц (*Cecidomyiidae*). Для шампиньона наиболее вредоносны *Mycophila speyeri* Barnes, *M. barnesi* Winn., *Heteropeza pygmaea* Winn.

Галлицам свойствен жизненный цикл с полным развитием (рис. 43, б). Взрослые особи очень мелкие, длиной 1—2 мм, с четко видными длинными усиками, крылья имеют продольное жилкование. Имаго живет 2—3 дня, в этот период не питается.

Самки откладывают яйца в субстрат или покровный материал. Через 4—6 дней происходит отрождение личинок, которые в конце своего развития достигают длины 2—3 мм, имеют прозрачную кутикулу, просвечивающий кишечник в виде темно-коричневого или оранжевого пятна.

Характерная особенность представителей семейства — способность личинок к бесполому размножению (педогенезу). В течение 5—6 недель жизни личинок каждую неделю происходит смена поколений, то есть развитие одного поколения личинок заканчивается за 7—8 дней. Из каждой личинки отрождается от одной до десяти личинок следующего поколения.

Кроме того, личинки галлиц при наступлении неблагоприятных условий способны впадать в анабиоз

(диапаузу), в этом состоянии личинка, содержащая в себе молодых личинок, темнеет и становится твердой. При наступлении нормальных условий цикл развития продолжается и молодые личинки выходят из материнской. В связи с указанными особенностями цикла развития личинки галлиц очень редко окукливаются в шампиньонницах.

Окукливаются личинки в коконе, иногда в виде пупария, внутри слоя покровного материала, куколка в зависимости от условий живет 8—14 дней.

Личинки галлиц питаются мицелием шампиньона, соединительными ризоморфами, вызывая массовое увядание и гибель зародышей плодовых тел. В этом случае наблюдается скопление личинок у основания ножек грибов. Кроме того, личинки вбуравливаются в ножку плодового тела, прогрызают поверхностные каналы и через частное покрывало проникают под шляпку, скапливаясь там в большом количестве. Этот тип повреждения характеризуется появлением желтоватых или оранжевых полос вдоль поверхностных ходов, вследствие чего плодовые тела теряют товарный вид, хотя и пригодны для употребления.

Семейство горбатов (*Phoridae*). Шампиньону наибольший вред причиняют мухи *Megaselia agarici* Lintner, *M. nigra*, *M. halterata* Wood и др.

Муhy этого семейства проходят полный цикл развития. Взрослые особи невзрачные, со вздутой горбовидной грудью, крепкими ногами с утолщенными бедрами. Крылья прозрачные с продольным резко выраженным жилкованием по переднему краю. Длина тела 3—4 мм, на голове имеются короткие усики (рис. 43, в).

Самки горбатов очень плодовиты, за одну яйцекладку они могут отложить в субстрат или покровный материал от 100 до 200 яиц. Продолжительность фазы яйца 5—10 дней.

Личинки крупные, длиной около 4 мм, беловатого цвета, головная капсула светлая, редуцированная, имеющая вид гибкого хоботка белого цвета, кишечник просвечивающий, задний отдел тела несколько утолщен. Продолжительность жизни личинки 7—14 дней.

Окукливаются личинки внутри пупариев в верхних слоях шампиньонного грунта. Куколка овальная,

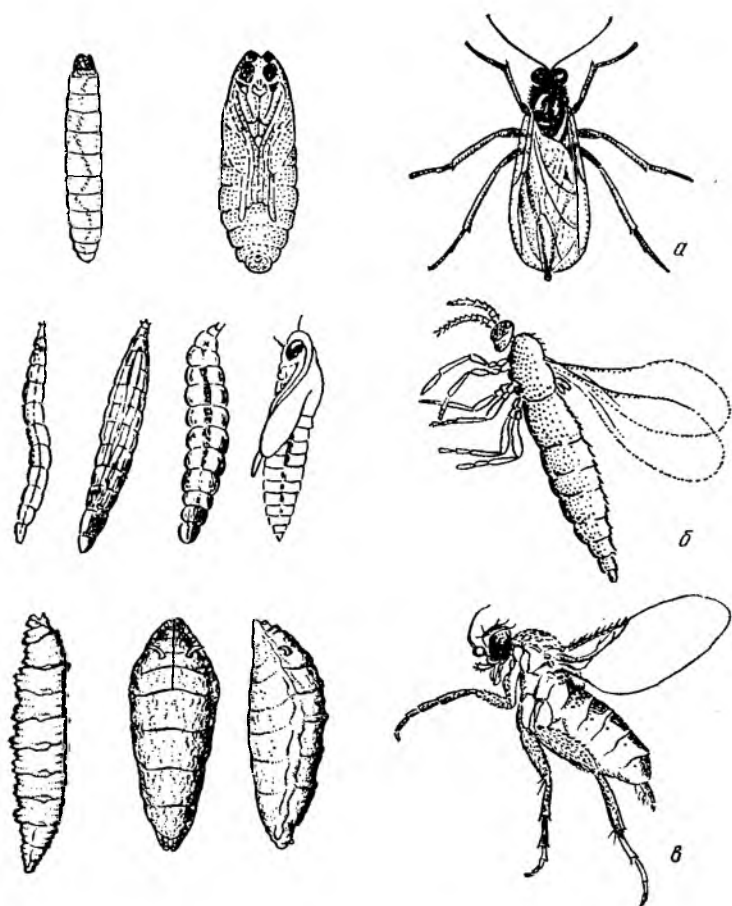


Рис. 43. Грибные комарики и мухи:

а — комарик семейства *Licorilidae*; *б* — комарик семейства *Cecidomyiidae*;
в — муха семейства *Phoridae*.

желтовато-белая, длиной 2 мм, с двумя черными дыхальцевыми трубочками; живет от 4—7 до 14 дней, в зависимости от температуры.

Общий цикл развития варьирует от 20 до 35 дней.

Мухи-горбатки встречаются в шампиньонницах реже, чем комарики ликорииды, но, появившись, способны наносить серьезный ущерб культуре.

Горбатки вредят шампиньону в личиночной ста-

дии, личинки питаются мицелием и тканями плодовых тел, прогрызая в последних многочисленные ходы, в результате чего плодовые тела темнеют и загнивают. Кроме того, горбатки очень часто переносят возбудителей различных болезней, особенно сухой гнили плодовых тел.

Меры борьбы. 1. Строгое соблюдение санитарно-гигиенических правил в шампиньоннице и чистоты на прилегающей территории. Ежедневное удаление остатков субстрата и грибных отходов с территории шампиньонницы.

2. Компостирование субстрата на площадке с твердым покрытием или в закрытом помещении с соблюдением гигиенических правил.

3. Пастеризация субстрата при температуре 58—60 °С в течение 6—12 ч.

Клещи — очень мелкие насекомые различного цвета — от белого до красного. В естественных условиях клещи живут в самых разнообразных местах, питаются различными растительными отходами.

В шампиньонницу клещи попадают с субстратом, покровным материалом, а внутри шампиньонницы их переносчиками могут быть комарики и мухи.

Цикл развития клещей включает следующие фазы: яйцо, личинку (как правило, двух поколений — прониmfу и нимфу) и взрослую особь. Самка клеща откладывает в питательную среду от 20 до 400 яиц, из которых через несколько дней отрождаются личинки, имеющие три пары ног. Затем личинки превращаются в восьминогие неполовозрелые прониmfы, которые имеют меньший размер по сравнению со взрослыми особями и меньшее число щетинок на теле, а также лишены половых придатков. Прониmfа при благоприятных условиях превращается в нимфу, а последняя — во взрослого клеща. Процесс превращения из одной фазы в другую проходит через линьку.

Особенность клещей — их способность при наступлении неблагоприятных условий превращаться в особую устойчивую форму нимфы, так называемый гипопус. Тело нимфы вместо шаровидного становится плоским и приобретает плотные покровы, благодаря которым появляется устойчивость к неблагоприятным условиям. При наступлении нормальных условий гипопусы линяют и вновь превращаются в обычные

нимфы. Гипопус способен длительное время переносить неблагоприятные условия. Он имеет присоски, с помощью которых может пристать к мухам и комарикам, к орудиям труда и одежде обслуживающего персонала и таким образом мигрировать.

Клещи причиняют вред шампиньону в фазе личинок, поедая гифы мицелия, а взрослые особи выгрызают ходы в плодовых телах и уничтожают соединительные ризоморфы. Поврежденные плодовые тела остаются недоразвитыми, в них быстро развивается огромное число бактерий, вследствие чего грибы темнеют и становятся непригодными для употребления.

Шампиньон повреждают следующие виды клещей.

Хищный длинноногий клещ (семейство Laelaptidae, род *Linopodes*). Это большого размера клещи, способные очень быстро передвигаться (рис. 44, а). Их можно обнаружить в культивационном помещении иногда сразу после пастеризации субстрата. Хищные клещи в основном питаются ногохвостками, личинками мух и комариков, а также другими видами клещей, обитающих в культивационных помещениях.

Соломенный, или сенной клещ (*Tyrophagus dimidiatus* Herm.). Взрослые особи небольшого размера, плохо видимые невооруженным глазом, желтовато-белого цвета, спина и ноги покрыты коричневыми волосками (рис. 44, б). Соломенный клещ живет в местах с высокой влажностью воздуха. В естественных условиях клещи этого вида питаются главным

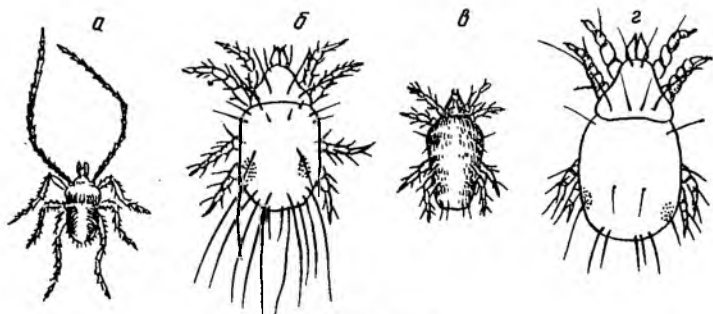


Рис. 44. Клещи:

а — *Linopodes antennaepeus* Banks.; б — *Tyrophagus dimidiatus* Herm.; в — *Pygmaeophorus stercoricola* Berl.; г — *Caloglyphus mycophagus* Magn.

образом плесенями, растущими на разлагающихся растительных остатках.

Карликовый, или красный перечный клещ (*Pugmaeophorus stercoricola* Berl., рис. 44, в).

Белый грибной клещ (*Caloglyphus mycophilus* Maqn, рис. 44, г) во многом похож на соломенного клеща, для него характерен примерно такой же образ жизни, часто поселяется вместе с соломенным клещом. Различить эти два вида клещей можно только под микроскопом.

Малый грибной клещ (*Tarsonemus* spp.) — очень мелкий, бежевого цвета, имеет большое сходство с земляничным клещом.

Меры борьбы с клещами те же, что и с грибными мухами и комариками.

Ногохвостки, или подуры. Обычно это мелкие насекомые длиной 1—2 мм или несколько больше, имеют шесть брюшных сегментов и три пары грудных ног. На брюшке на четвертом членике расположен придаток в виде вилки (прыгательная вилка), на третьем сегменте — двураздельный придаток, называемый зацепкой. На голове подуры имеют хорошо развитые 4—6-члениковые усики. Ротовой аппарат обычно грызущего типа с хорошо развитыми верхними и нижними челюстями. Форма тела шаровидная или удлинённая, цвет сильно варьирует — от белого до коричневого и даже черного, что связано с местом обитания и образом жизни ногохвосток.

Ногохвостки встречаются в разнообразных условиях, но обычно они требовательны к влажности среды, к теплу не требовательны, поэтому многие виды активны при низкой температуре. Наиболее благоприятная температура для развития подур 15—25 °С. При температуре выше 35 °С подуры быстро погибают. Проходят полный цикл развития. Яйца откладывают небольшими группами по 5—10 штук на поверхность субстрата, покровного материала или на основания ножек плодовых тел. Из яиц отрождаются личинки, очень похожие на взрослых особей, но не имеющие подразделения тела на грудь и брюшко. Смена возраста подур происходит во взрослом состоянии через линьку.

В шампиньонницу подуры могут попадать с субстратом или покровным материалом. Обычно питают-

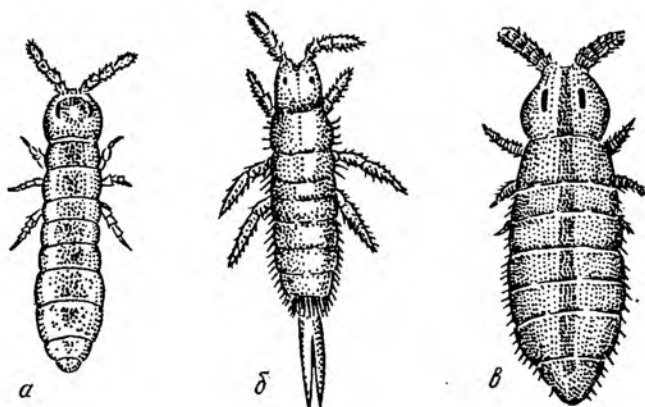


Рис. 45. Ногохвостки:

a — *Hypogastura isotoma* sp. Nic.; *б* — *H. manubrialis* Nic.; *в* — *H. armata* Nic.

ся разлагающимися органическими материалами, поэтому до появления мицелия на поверхности субстрата питаются субстратом, а затем повреждают мицелий. Однако подуры очень редко повреждают плодовые тела, предпочитая питаться в зоне основания ножек плодовых тел.

Вред шампиньону причиняют подуры видов *Hypogastura armata* Nic.; *H. manubrialis* Nic.; *H. isotoma* sp. Nic. (рис. 45); *Entomohria* spp.

Меры борьбы. 1. Строгое соблюдение санитарно-гигиенических правил в шампиньоннице и чистоты территории вокруг нее. Удаление остатков субстрата и грибных отходов с территории шампиньонницы.

2. Пастеризация субстрата при температуре 58—60 °С в течение 6—12 ч.

3. Дезинфекция покровного материала формалином или паром.

Нематоды — очень мелкие черви длиной 0,6—1,2, толщиной 0,02—0,09 мм. Тело просвечивающее, угревидной формы. В природе нематоды обитают в самых разнообразных условиях — в верхних слоях почвы, в разлагающихся растительных остатках, в воде. Для них необходима умеренная температура (около 18 °С) и влажная среда, в таких условиях они очень активно размножаются, однако наиболее благоприятная температура для взрослых особей около 24 °С.

В шампиньонницах встречаются две группы нематод. К первой группе относятся наиболее вредоносные для шампиньона паразитирующие нематоды, имеющие ротовой стилет (шип, копьенос), с помощью которого они прокалывают гифы мицелия и высасывают их содержимое. Кроме того, нематоды способствуют распространению бактериальных болезней, так как многочисленные проколы нематодами гиф мицелия создают ворота для инфекции. Существует предположение, что нематоды — прямые переносчики вирусных заболеваний. Из паразитирующих видов нематод в шампиньонницах встречаются *Ditylenchus myceliophagus* Goodey, *Aphelenchoides composticola* Franklin.

Ко второй группе относят сапрозойные виды *Rabditis* sp. и *Cephalobidae* sp. Сапрозойные нематоды имеют сосущий ротовой аппарат, ротовой стилет у них отсутствует. Попадая в шампиньонницу, они питаются субстратом, одновременно поедая и растущий в нем мицелий. В связи с этим, по-видимому, их нельзя относить к косвенно-вредным, как указывают некоторые исследователи.

Многие нематоды при неблагоприятных условиях (высокая температура, сухость) переходят в состояние покоя (анабиоза), при этом они сплетаются в клубки. В таком состоянии нематоды способны противостоять создавшимся неблагоприятным условиям. Во влажной среде нематоды погибают при температуре 50—60°C в течение 3—6 ч, а в состоянии анабиоза, особенно при низкой влажности среды, некоторые виды нематод переносят более высокую температуру.

Нематоды могут попадать в шампиньонницу с субстратом, покровным материалом и даже с поливной водой. Повреждение нематодами заметить бывает довольно трудно. Обычно это обнаруживается лишь при сильном повреждении. При этом поверхность гряд имеет иссохший вид из-за большого числа погибших молодых плодовых тел, в слое покровного материала и в субстрате гифы мицелия почти не видны. Субстрат становится темным и приобретает запах лесной или вересковой почвы, затем — специфический рыбный запах. При очень сильном повреждении на поверхности покровного материала, особенно при боко-

вом освещении, можно обнаружить торчащие вверх идвигающиеся нити, которые представляют собой сплетения нематод. Перенос нематод внутри шампиньонницы возможен грибными мухами и комариками, а также при работе обслуживающего персонала.

В культивационных помещениях нематоды могут наносить серьезный ущерб урожаю шампиньона.

Меры борьбы. 1. Строгое выполнение технологии приготовления субстрата. Компостирование нужно проводить на площадке с твердым покрытием или в закрытом компостном цехе.

2. Правильное выполнение пастеризации субстрата, соблюдение необходимых условий в период кондиционирования.

3. Соблюдение гигиены труда в шампиньоннице.

4. При появлении очагов с нематодами в помещении необходимо снизить температуру и несколько подсушить покровный материал в местах, где обнаружены очаги.

5. В конце оборота культуры проведение термической обработки помещения вместе с его содержимым при температуре 70 °С в течение 12 ч.

Мокрицы относятся к классу ракообразных, семейству Oniscidae.

У взрослых особей мокриц тело плоское длиной 10—12 мм, удлинено-овальное, с резко выраженным делением на сегменты. На голове находятся пара усиков (другая пара недоразвита) и два неподвижных глаза. Семь свободных грудных сегментов имеют по одной паре ног. У половозрелых самок на 4—5 парах ног с внутренней стороны расположены листовидные придатки, в которых находятся яйца, а также молодые, только что вылупившиеся из яиц мокрицы. Внешне молодые мокрицы отличаются от взрослых только размерами.

Питаются мокрицы гниющими растительными остатками, а также молодыми нежными растениями. Попадая в шампиньонницу с субстратом или покровным материалом, мокрицы повреждают молодой мицелий шампиньона, а в период плодоношения выгрызают ткань плодовых тел, что снижает товарные качества продукции.

Мокрицы заселяют преимущественно сырые, приспособленные для выращивания шампиньонов под-

вальные помещения с недостаточной вентиляцией, в специальных наземных культивационных сооружениях появление мокриц бывает крайне редко.

В качестве вредителей шампиньона отмечены три вида мокриц: обыкновенная (*Oniscus asellus*), степная (*O. turgatus*) и свертывающаяся (*O. cinereus*).

Меры борьбы. 1. Устройство вентиляционной системы культивационного помещения, обеспечивающее достаточную вентиляцию.

2. Пастеризация субстрата при 58—60 °С в течение 6—12 ч.

3. Термическая обработка культивационного помещения после окончания периода плодоношения при 70—75 °С в течение 10—12 ч.

БОЛЕЗНИ

Грибные болезни, встречающиеся в субстрате. К этой группе болезней относятся оливковая и желтая плесени, поражение чернильным грибом и стизанусом.

Оливковая плесень. Возбудитель — гриб *Chaetomium globosum*, относящийся к классу аскомицетов. Появляется внутри и на поверхности субстрата в виде белых пушистых очагов. Через несколько дней на них образуются мелкие пустулы оливкового цвета, в которых находятся аскоспоры. Несколько позднее белые очаги полностью исчезают, а споровая масса становится темно-зеленой, почти черной. Субстрат темнеет и издает гнилостный запах. В очагах болезни мицелий шампиньона растет очень слабо или вообще не растет, в дальнейшем в местах поражения могут появиться единичные плодовые тела.

Причиной появления оливковой плесени может быть избыток аммиака в субстрате в результате неправильного выполнения пастеризации субстрата и кондиционирования. Кроме того, причиной может быть переувлажнение субстрата в период ферментации или избыточное внесение азотсодержащих добавок в конце ферментации.

Меры борьбы. 1. Обеспечение правильной, не слишком короткой ферментации материалов в процессе приготовления субстрата.

2. Необходимо избегать добавления азотсодержащих материалов в конце процесса ферментации.

3. Правильное выполнение пастеризации субстрата и кондиционирования.

Желтая плесень. Возбудитель *Muceliophthora* spp. относится к классу несовершенных грибов.

Желтая плесень появляется внутри слоя субстрата, достигая границы между субстратом и покровным материалом. Очаги поражения представляют собой небольшие коричнево-желтые пятнышки с белым пушистым ободком, при более сильном развитии болезни пятна сливаются и их цвет может быть серо-желтый или желто-зеленый. В этом случае субстрат поражен несколькими видами желтой плесени. Как правило, очаги плесени обнаруживаются на плотных комках субстрата (навоза), которые сохранились в нем из-за недостаточной обработки в период ферментации. Болезнь появляется также на субстрате, у которого период пастеризации проходил при недостаточно высокой температуре. Обычно это бывает, если субстрат тяжелый и переувлажненный. Такой субстрат плохо разогревается за счет микробиологических процессов и требует искусственного подогрева.

Поражение субстрата желтой плесенью обнаруживается, как правило, после третьей волны плодоношения, но иногда при более интенсивном развитии болезни признаки ее проявляются после второй и даже после первой волны плодоношения. Плодовые тела поднимаются высоко над покровным материалом, они тонкие и веретеновидные. В культивационном помещении около стеллажей (или контейнеров) бывает сильный металлический или карбидный запах.

Инфекция желтой плесени может сохраняться на деталях стеллажей (особенно деревянных) и наносить значительный ущерб последующим оборотам культуры.

Меры борьбы. 1. Соблюдение технологии приготовления субстрата и соотношения азот- и углеродсодержащих материалов в компостируемой массе. Ферментацию следует проводить под навесом или в закрытом помещении.

2. Пастеризация субстрата при температуре 56—60 °C в течение 12 ч, при этом должна быть постоян-

ная циркуляция воздуха и стабильная температура во всех точках камеры.

3. При проявлении болезни в период выращивания культуры после термической обработки камеры с ее содержимым проводят дополнительную обработку стеллажей раствором формалина или газацию камеры формалином. Во время выгрузки отработанного субстрата из камеры должна быть выключена вентиляция, а все другие камеры закрыты. После выгрузки субстрата камеру повторно обрабатывают паром, затем проводят газацию формалином.

Грибные болезни, встречающиеся в субстрате и покровном материале, — гипсовые плесени и ложный трюфель.

Гипсовые плесени белая и коричневая. Возбудитель белой гипсовой плесени гриб *Scopulariopsis fimicola* Cub. et Megl., коричневой — *Rapulasporea bussina* Hotson.

Эти плесени появляются на субстрате, а позднее переходят на покровный материал, образуя в начале развития белые пушистые пятна. Крайя пятен гипсовой плесени длительное время остаются белыми, а центральная часть их при созревании спор у белой плесени становится порошкообразно-меловой, а у коричневой приобретает вид крупнозернистой коричневой массы. В местах появления гипсовых плесеней мицелий шампиньона, как правило, не растет или растет очень медленно, становится вязким и потемневшим. Позднее мицелий шампиньона постепенно вытесняет плесени, но при этом сильно задерживается в росте.

Гипсовые плесени поселяются и растут на липком, переувлажненном, плохо ферментированном субстрате при недостаточном добавлении гипса, а также при использовании для приготовления субстрата старого некачественного навоза или соломы. В этом случае бурт при ферментации становится очень плотным, внутренние слои не обеспечиваются достаточным количеством кислорода, реакция среды субстрата остается щелочной.

Наиболее интенсивно гипсовые плесени растут при щелочной реакции среды (рН 7,5—8), в то время как мицелий шампиньона лучше развивается при слабокислой или нейтральной реакции.

Меры борьбы. 1. Строгое выполнение технологии

приготовления субстрата без переувлажнения массы.

2. Тщательное соблюдение технологии пастеризации субстрата и кондиционирования, при этом необходимо следить, чтобы субстрат для пастеризации не был слишком уплотненным.

3. При появлении на грядах пятен плесеней очаги болезни посыпают суперфосфатом для подкисления среды.

Трюфельная болезнь, или ложный трюфель. Возбудитель — *Diehlomyces microspora* Diehl et Lambert (син. *Pseudobalsamina microspora*) из класса аскомицетов.

Развитие плесени начинается в слое субстрата, позднее распространяется внутрь и на поверхность слоя покровного материала. При развитии болезни мицелий ложного трюфеля появляется на поверхности слоя покровного материала в виде сероватых или кремоватых пятен с запахом, напоминающим хлорный. Мицелий, разрастаясь, формирует хламидоспоры, которые, группируясь, образуют тельца, напоминающие по форме трюфель.

В начале болезни мицелий шампиньона выглядит вполне нормальным, затем обводняется и распадается. В результате болезни плодоношение шампиньона снижается или совсем прекращается и в культивационном помещении появляются единичные экземпляры плодовых тел, причем только в первую-вторую волны плодоношения.

Споры ложного трюфеля прорастают при температуре выше 28°C, а развившийся мицелий может расти и при более низкой температуре. Однако при температуре ниже 15—16°C его рост приостанавливается. Споры гриба попадают в шампиньонницу с субстратом или покровным материалом и могут сохраняться в культивационных помещениях и на территории вокруг шампиньонницы. Споры ложного трюфеля термостойчивы — они выдерживают температуру до 80°C при экспозиции 5 ч.

Меры борьбы. 1. Ферментация массы в период приготовления субстрата только на площадке с твердым (бетонным) покрытием.

2. Нельзя использовать покровный материал, если известно, что он поражен ложным трюфелем.

3. Строгое соблюдение технологии пастеризации субстрата и кондиционирования.

4. В период роста мицелия в субстрате и покровном материале температура не должна превышать 26—27, а в период плодоношения — быть не ниже 16°C.

5. При появлении плодовых тел ложного трюфеля систематически проводят их сбор и сжигают до момента созревания спор.

6. Термическая обработка помещения с отработанным субстратом после плодоношения шампиньона при температуре 70°C в течение 12 ч.

Грибные болезни, встречающиеся в покровном материале, объединяют коричневую и паутинистую плесени, мокрую и сухую гнили.

Коричневая плесень. Возбудитель—*Botritis crystallina* Sacc. относится к классу аскомицетов. Болезнь возникает на покровном материале, который был в сильной степени обработан формалином или паром. Обычно плесень развивается непосредственно после насыпки покровного материала до прорастания в его слой мицелия шампиньона. Коричневая плесень имеет вид пятен мелкопушистого белого мицелия. Спустя несколько дней окраска пятен плесени изменяется, приобретая в центре коричневый цвет. При поливе такие пятна рассеиваются, это отличает коричневую плесень от коричневой гипсовой плесени.

Вред, причиняемый шампиньону коричневой плесенью, проявляется в запаздывании на несколько дней начала плодоношения. Снижения общего урожая не отмечено.

Меры борьбы. 1. Избегать сильной дезинфекции покровного материала.

2. Не переувлажнять покровный материал после его насыпки, относительная влажность воздуха в помещении не должна быть слишком высокой.

Паутинистая болезнь. Возбудитель—*Dactylium dendroides* (Bull.) Fr. относится к классу аскомицетов.

Болезнь появляется на покровном материале в виде очагов белого паутинистого мицелия, растет очень быстро и поражает плодовые тела шампиньона. Пораженные паутинистой плесенью плодовые тела становятся желтовато-коричневыми, мягкими и падают.

В цикле развития паутинистой плесени имеются два вида спороношения — конидиальное, характерное развитием на живом хозяине, и образование аскоспор — зимующей стадии в цикле развития гриба.

Распространению болезни в культивационных помещениях способствуют небрежная работа, сильные воздушные течения, а также несвоевременное удаление очагов заболевания.

Меры борьбы. 1. Дезинфекция покровного материала формалином или паром.

2. Регулярная прочистка гряд после окончания волн плодоношения.

3. Поддержание оптимальной температуры и влажности воздуха в период плодоношения.

4. При появлении болезни проводят обработку ее очагов поваренной солью или формалином с последующим их удалением и уничтожением.

5. Перед выгрузкой отработанного субстрата из камер, пораженных паутинистой плесенью, увлажняют его поверхность.

Мокрая, или белая гниль. Возбудитель — гриб-паразит *Mucogone perniciosus* Magn. относится к классу несовершенных грибов. Это наиболее распространенная и опасная для шампиньона болезнь, способная вызвать полную гибель культуры. Появляется на покровном материале, поражает мицелий и плодовые тела.

Поверхность пораженных плодовых тел покрыта белым войлочным мицелием паразита, на котором образуются два типа спор — конидиеспоры и хламидоспоры (рис. 46). Источником первичной инфекции служат хламидоспоры, представляющие собой зимующую стадию гриба. Они могут сохраняться в почве в жизнеспособном состоянии в течение нескольких лет. Во время плодоношения шампиньона гриб распространяется конидиеспорами.

Обычно болезнь обнаруживают в начале периода плодоношения шампиньона. Появляются уродливые плодовые тела, иногда в виде бесформенной массы, при дальнейшем развитии болезни на шляпках плодовых тел возникают коричневые пятна, довольно быстро увеличивающиеся в размерах. Отдельные плодовые тела, пораженные мокрой гнилью, имеют недоразвитую шляпку и утолщенную, раздувшуюся ножку, вслед-

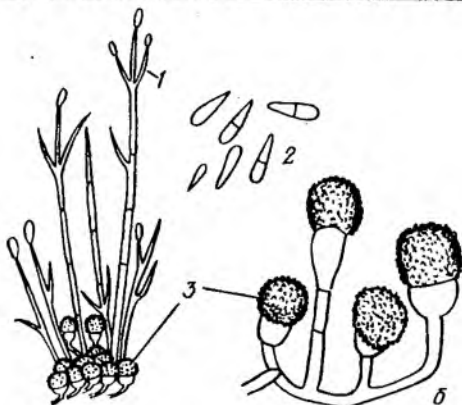


Рис. 46. Плодовые тела шампиньона, пораженные мокрой гнилью (а), и возбудитель болезни — *Mycogone perniciosa* Magn. (б): 1 — конидиеносцы с конидиями ($\times 160$); 2 — конидии ($\times 400$); 3 — хламидоспоры ($\times 160$).

ствие чего плодовые тела приобретают самые разнообразные формы. Затем больные плодовые тела размягчаются, съеживаются, мякоть их темнеет и разлагается, издавая специфический неприятный запах.

Источником заражения шампиньона мокрой гнилью служит покровный материал. Развитию и быстрому распространению болезни способствуют повышенные температура и влажность воздуха и недостаточная вентиляция культивационного помещения.

Установлено, что коричневая раса шампиньона

двуспорового обладает большей устойчивостью к мокрой гнили по сравнению с белой расой.

Меры борьбы. 1. Дезинфекция покровного материала формалином или паром перед насыпкой на гряды.

2. Поддержание необходимой температуры и влажности воздуха в период выращивания культуры.

3. Немедленный сбор больных плодовых тел при обнаружении их на грядках. Пораженные плодовые тела удаляют с гряды вместе с мицелием и субстратом на глубину 5—8 см, помещают в емкость с раствором формалина или медного купороса и все это уничтожают — сжигают или закапывают.

4. В целях профилактики гряды между волнами плодоношения обрабатывают раствором формалина.

Сухая гниль, или вертициллез. Известно несколько видов грибов, вызывающих эту болезнь. Все они относятся к классу несовершенных грибов. Наиболее распространены возбудители сухой гнили: *Verticillium malthousei* Ware и *V. psalliotae* Fr.

Сухая гниль поражает плодовые тела шампиньона как в ранний, так и в поздний период их роста. В связи с этим характер поражения может быть различным. При ранней стадии поражения плодовые тела останавливаются в росте, приобретают луковицевидную форму, ткань их становится сухой, кожистой, поверхность покрывается матовым белым мицелием гриба-паразита.

При инфицировании плодовых тел в поздней стадии их роста на поверхности шляпки появляются серо-коричневые матовые пятна, проникающие глубоко в ткань. Характерный признак болезни — так называемая заячья губа. В этом случае пораженная часть шляпки останавливается в росте, ножка искривляется и ломается (рис. 47).

Сухая гниль развивается при повышенной влажности воздуха и выдерживает довольно низкую температуру (до $+10^{\circ}\text{C}$). При сильном поражении сухая гниль причиняет большой вред культуре шампиньона.

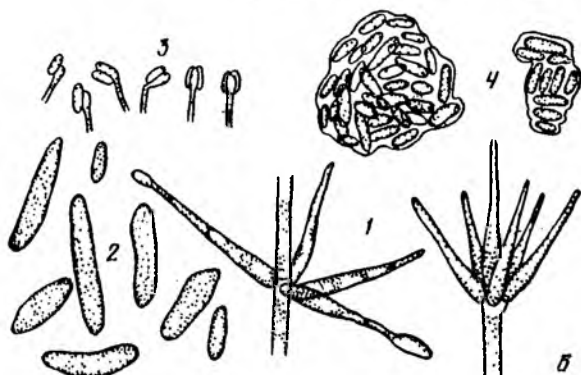
Меры борьбы с этой болезнью такие же, как с мокрой гнилью.

Бактериальные болезни. Основные бактериальные болезни шампиньона — пятнистость плодовых тел и муффикация.

Бактериальная пятнистость плодо-

Рис. 47. Плодовые тела шампиньона, пораженные сухой гнилью (а), и возбудитель сухой гнили — *Verticillium malthousei* Ware (б):

1 — конидиеносцы ($\times 1000$); 2 — конидии ($\times 1400$); 3 — образования споровых масс у вершин конидиеносцев ($\times 1300$); 4 — споровые массы ($\times 1300$).



ных тел (бурая, или коричневая, пятнистость). Возбудитель этой болезни — бактерия *Pseudomonas tolaasi* Paine.

Болезнь проявляется как на молодых, так и на взрослых, полностью сформировавшихся плодовых телах в виде мелких блестящих желтых или ржаво-желтых (а позднее шоколадного цвета) пятен на поверхности шляпок. В начале заболевания пятна разбросаны по поверхности шляпки, позднее они сливаются (рис. 48). Пятна расположены поверхностно, внутрь ткани шляпки они не проникают более чем на 1—2 мм. Плодовые тела, пораженные бактериальной пятнистостью, слегка вязкие и липкие на ощупь.

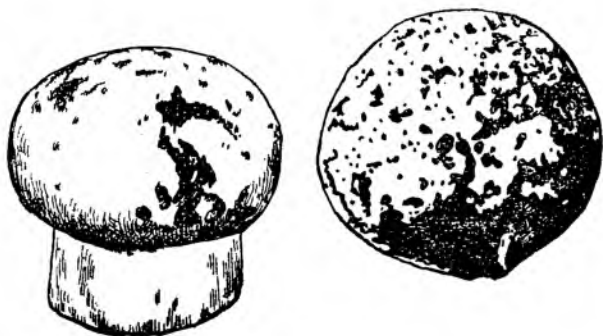


Рис. 48. Бактериальная пятнистость плодовых тел шампиньона.

При благоприятных условиях для развития бактерий — высокой температуре и влажности — инфекция распространяется очень быстро (в течение 12—24 ч).

Быстрому развитию и распространению болезни способствует недостаточная вентиляция помещения, особенно после полива культуры, когда плодовые тела длительное время не обсыхают. Кроме того, болезнь может проявиться при поливе чрезмерно сильной струей воды, что приводит к повреждению кожицы шляпок плодовых тел. Возникновению заболевания способствуют также резкие изменения температуры в культивационном помещении, при которых на поверхности плодовых тел появляется конденсат влаги.

Меры борьбы. 1. Соблюдение санитарно-гигиенических требований в шампиньоннице и чистоты вокруг нее.

2. Регулярная очистка гряд и немедленное удаление отходов с территории шампиньонницы.

3. Дезинфекция покровного материала формалином или паром.

4. Строгое соблюдение режима вентиляции культивационного помещения. Нельзя допускать резких изменений температуры в помещении.

5. Усиление интенсивности вентиляции после полива культуры, чтобы ускорить обсушивание плодовых тел, а если необходимо, то и временное повышение температуры в культивационном помещении.

6. В качестве профилактического мероприятия оп-

рыскивание гряд 5 %-ным раствором хлорамина (2,5—3 мл на 1 л воды) или хлорирование поливной воды.

7. Опрыскивание гряд раствором формалина. Обработку проводят между волнами плодоношения, начиная после второй волны.

Мумификация. Возбудитель болезни — бактерия *Pseudomonas* spp. Schisler (Singen, Sigel).

Полагают, что клетки бактерии проникают в клеточные стенки гиф мицелия, где они размножаются и приводят к нарушению обмена веществ у шампиньона.

Внешние симптомы болезни обнаруживают обычно в период второй или третьей волны плодоношения. В очагах поражения плодовые тела сначала замедляют рост, затем полностью его прекращают. При этом мицелий сильно разрастается, ножка плодовых тел удлиняется, искривляется, а шляпка уплотняется. Шляпки плодовых тел часто наклонные, раскрываются преждевременно, пластинки слабообразованы. Плодовые тела имеют сухой кожистый вид, никогда не загнивают. В момент сбора больных плодовых тел раздается звук, напоминающий скрип, на вздутом основании ножки остается большое количество мицелия с кровяным материалом. При разрезании плодового тела также раздается скрип, а ткань на разрезе приобретает красно-коричневую окраску. Иногда видны полости, заполненные бактериальной слизью.

Болезнь распространяется очень быстро — 10—30 см в сутки по всем направлениям от очага поражения.

Мумификация поражает все штаммы шампиньона, но некоторые из них особенно чувствительны к этой болезни. Распространению инфекции, по-видимому, способствует высокая влажность субстрата и кровяного материала при постоянной высокой влажности воздуха в помещении.

При сильном развитии болезнь может причинять очень серьезный вред урожаю шампиньона. Поражение может достигать 30—50 % площади, иногда уничтожает весь урожай.

Меры борьбы. 1. Строгое соблюдение санитарно-гигиенических требований в шампиньоннице.

2. Появившиеся очаги заболевания посыпают пова-

ренной солью, для изоляции очага поражения на расстоянии около 2 м от него делают канавку на всю глубину слоя субстрата и весь очаг закрывают полимерной пленкой или бумагой.

3. Мицелий готовят для посева накануне (за день до посева), что обеспечивает восстановление поврежденных гиф.

4. Пропаривание камеры в конце оборота культуры при температуре 70°C в течение 12 ч.

Вирусное заболевание. Длительное время вирусное заболевание было известно под несколькими названиями: «Ла-Франс», «х-болезнь», «отмирание».

Название «отмирание» заболевание получило из-за внешних проявлений признаков поражения. Вирус отмирания — облигатный паразит. После проникновения вируса в клетки мицелия он изменяет метаболизм хозяина и вместо клеток хозяина размножаются вирусные клетки. Сейчас известно три типа вирусных частиц: два типа частиц шаровидной или дисковидной формы размером 0,25 и 0,34 мкм и один тип палочковидных частиц размером от 19 до 50 мкм. Пока не установлено, какая из форм вируса вызывает заболевание, возможно, что болезнь связана с наличием комбинации вирусных частиц. Внешние признаки заболевания на плодовых телах проявляются при достижении определенной концентрации вирусных частиц в гифах мицелия шампиньона.

Обычно после инфицирования гиф мицелия вирус повышает свою концентрацию в течение 2—3 недель. Внешние признаки заболевания очень разнообразны, особенно в ранней стадии развития, и часто не отличаются от симптомов, вызванных другими болезнями. Однако известны наиболее типичные симптомы заболевания, которые характеризуют в определенной степени и время инфицирования вирусом.

Споры, пораженные вирусом, как правило, прорастают медленнее, чем здоровые. В этом случае уже во время первой волны плодоношения на грядах появляются пустые места. Плодовые тела либо вообще не растут, либо появляются только единичные экземпляры. Иногда плодовые тела вырастают плотными группами (пучками) по краям очага поражения.

В период разрастания мицелия в субстрате и покровном материале можно обнаружить очаги очень

медленного роста мицелия и он не растет в слой покровного материала. Оказывается, что мицелий разлагается в слое субстрата; гифы мицелия в этом случае выглядят сильно завитыми. Гибель мицелия, как правило, наступает в конце цикла выращивания, а симптомы поражения проявляются значительно раньше на плодовых телах.

Характерными признаками поражения вирусами на плодовых телах служат появление серой или грязновато-кремовой окраски, удлинение и иногда искривление ножки, мелкие быстро раскрывающиеся или вообще открытые шляпки — «барабанные палочки». Другие признаки заболевания — грязно-серая или коричневая окраска поверхности шляпки, ее раннее открытие, низкое расположение на ножке кольца гименофора, ножка бочковидной формы с сильно заостренной верхней частью.

Наиболее опасный период поражения шампиньона вирусом — от посева мицелия до первой волны плодоношения.

Коричневая раса шампиньона более устойчива к поражению вирусом, среди имеющихся штаммов белой и кремовой рас также имеются штаммы, менее восприимчивые к вирусу.

Вирусное заболевание — очень опасно для шампиньона, поскольку может привести к значительному снижению урожая продукции. Заболевание имеет разнообразные пути распространения, а при недостаточной обработке помещения после вирусного заболевания инфекция может проявиться и при следующей закладке культуры, так как зараженные частицы мицелия могут сохраниться на деталях стеллажей или контейнеров.

Меры борьбы. 1. Выращивание посадочного материала — мицелия на безвирусной основе.

2. Строгое соблюдение санитарно-гигиенических правил при работе в шампиньоннице.

3. Появившиеся очаги заболевания посыпают поваренной солью и укрывают полимерной пленкой или бумагой, предварительно отделив очаг поражения от здоровой части гряды устройством канавки на всю глубину слоя субстрата.

4. Пропаривание камеры с содержимым в конце

оборота культуры при температуре 70°C в течение 12 ч.

5. Укрытие гряд бумагой в период проращивания мицелия в субстрате с обработкой ее раствором формалина 2 раза в неделю: 150 мл 40 %-го формалина растворяют в 30 л воды и используют этот раствор на 100 м² площади гряд.

6. При сильном поражении культуры — прекращение оборота и термическая обработка камеры с ее содержимым.

Деформации и отклонения развития плодовых тел непаразитарного характера обычно бывают вызваны отрицательными внешними воздействиями.

Петушиный гребень — представляет собой наросты на шляпках плодовых тел шампиньона. Такая деформация плодовых тел вызывается различными вредными газами и парами от нагревательных приборов, дизельным топливом, консервантами древесины, а также превышением доз пестицидов. Как правило, петушиный гребень проявляется только на короткое время в цикле выращивания культуры и не наносит большого ущерба.

Крокодиловая кожа — отслаивание кожицы на поверхности шляпки плодового тела. Обычно это явление наблюдается при сильных потоках воздуха над поверхностью гряд, избыточном количестве пестицидов и паров формалина, которые вызывают отслаивание кожицы у молодых плодовых тел. При их дальнейшем росте кожица разрывается, образуя крупные чешуи. Коричневые и кремовые штаммы шампиньона имеют большую склонность к чешуйчатости, чем белые штаммы.

Шерстистость и строма — явления, которые выражаются в обильном росте мицелия на поверхности слоя покровного материала. Шерстистость и строма прежде всего наследственные признаки шампиньона и обычно проявляются при высокой температуре и влажности в течение длительного роста мицелия в покровном материале в условиях повышенного содержания СО₂ и недостаточной вентиляции помещения, а также при недостаточной влажности слоя покровного материала.

Шерстистость характеризуется появлением очагов сплетения гиф мицелия, которые при дальнейшем раз-

растании сливаются и образуют строму. Появление шерстистости или стромы задерживает процесс плодотворения и приводит к снижению урожая.

Мерой борьбы с этими явлениями служат своевременное рыхление слоя покровного материала и интенсивная вентиляция, а также регулярные поливы для поддержания влажности покровного материала на оптимальном уровне.

ГРИБЫ — КОНКУРЕНТЫ ШАМПИньОНА

Чернильный гриб (*Coprinus* spp.) относится к классу базидиомицетов. Гриб заселяет бурты компостируемой массы или субстрат после его укладки в культивационное помещение, иногда в большом количестве — субстрат после пастеризации. Появление единичных экземпляров копринуса обычно не причиняет шампиньону большого вреда. Это прежде всего указывает на низкое качество субстрата из-за нарушения технологии ферментации, использования недоброкачественной (слишком старой) соломы для приготовления субстрата, сильного подсушивания или, наоборот, переувлажнения массы в период ферментации.

Чернильный гриб имеет плодовое тело в форме колокола на длинной ножке, шляпка в молодом возрасте кремового цвета, позднее становится грязно-голубой или темно-синей. Через 1—2 дня шляпка плодового тела разлагается, образуя черную слизистую массу. Это явление связано с созреванием спор, когда края шляпки разлагаются за счет автолиза, давая возможность спорам свободно осыпаться. Разлагающиеся края шляпки копринуса издают запах, который привлекает мух; садясь на плодовое тело шампиньона, мухи разносят приставшие к ним споры.

Меры борьбы. 1. Строгое соблюдение технологии приготовления субстрата.

2. Правильное проведение пастеризации субстрата и кондиционирования.

Стизанус (*Stysanus stemonitis*), как правило, обитает в плохо подготовленном субстрате. Плодовое тело гриба очень маленькое (1—2 мм), голубовато-серого цвета, имеет форму венчика. —

Массовое выделение спор этого гриба может вызывать у обслуживающего персонала головные боли, тошноту, кровотечение из носа. Однако подобные явления могут быть обусловлены и другими плесенями, например *Aspessgillus*. Количество спор этого и других видов грибов, находящихся в воздухе, можно снизить легким поливом поверхности гряд.

КОМПЛЕКС ЗАЩИТНЫХ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Один из основных путей появления инфекции в культивационном помещении — субстрат, другой путь инфицирования — система вентиляции, если в ней не предусмотрена микробиологическая очистка воздуха. Распространение болезней внутри шампиньонницы может происходить через одежду и обувь обслуживающего персонала, а также при миграции грибных мух, комариков и других вредителей шампиньона.

Существенное значение в защите шампиньона от вредителей и болезней имеет строгое соблюдение правил гигиены труда в шампиньоннице и регулярное выполнение профилактических мероприятий. Для правильной организации защитных и профилактических мероприятий следует прежде всего руководствоваться знаниями о биологических особенностях цикла индивидуального развития основных, наиболее распространенных вредителей и болезней культуры, о путях появления и распространения инфекции.

Использование устойчивых штаммов. В настоящее время имеются штаммы двуспорового шампиньона, устойчивые к вирусным заболеваниям. Поэтому их использование в производстве, особенно если в шампиньоннице обнаружена вирусная болезнь, весьма актуально. Штаммов, устойчивых к плесневым грибам, не обнаружено.

Технологические мероприятия. Основной способ борьбы с вредителями и болезнями — *обработка субстрата высокой температурой*. Выдерживание субстрата в течение нескольких часов при температуре 58—60 °С позволяет избавиться от основных вредных орга-

низмов без заметного снижения развития полезной микрофлоры в нем.

Установлено, что эффект обработки субстрата высокой температурой увеличивается, если ее проводят при высокой влажности воздуха. Современный метод пастеризации субстрата, применяемый в технологическом процессе его приготовления, полностью отвечает этим условиям.

Различные группы вредителей и возбудителей болезней выдерживают определенную экспозицию обработки высокой температурой, после которой наступает их гибель (табл. 14).

14. Продолжительность воздействия высокой температурой, необходимая для гибели различных вредителей и возбудителей болезней

Вредитель, болезнь	Экспозиция (ч) при температуре	
	55 °C	60 °C
Личинки мух и комариков	5	3
Клещи	5	3
Нематоды	5	3
Оливковая плесень	16	6
Желтая плесень	10	2
Белая гипсовая плесень	4	2
Коричневая гипсовая плесень	16	4
Ложный трюфель	6	3
Паутинистая болезнь	4	2
Мокрая гниль	4	2
Сухая гниль	4	2
Бактериальная пятнистость	2	1

К важным технологическим мероприятиям относится *правильное приготовление субстрата*. Шампиньон практически не выдерживает присутствия аммиака в субстрате, в то время как в этих условиях хорошо развивается, например, оливковая плесень. Кроме того, некоторые плесени предпочитают недоработанный субстрат, содержащий легкоразлагающиеся источники углеводов, а в переувлажненном субстрате с высоким рН быстро развиваются гипсовые плесени. Поэтому для приготовления субстрата, отвечающего требованиям шампиньона и имеющего неблагоприятные условия для развития возбудителей болезней, необходим

строгий контроль за процессом ферментации и особенно пастеризации и кондиционирования.

Поддержание оптимальных температуры и влажности в камерах выращивания. Некоторые вредные плесени, например паутинистая болезнь и мокрая гниль, лучше развиваются при температуре 18—20 °С. В связи с этим ограничить их распространение можно снижением температуры в камере выращивания шампиньона.

Бактериальная пятнистость плодовых тел лучше развивается при высокой влажности воздуха в камере выращивания и особенно при наличии капельно-жидкой влаги на плодовых телах шампиньона. Поэтому мера борьбы с этой болезнью — снижение влажности воздуха, а также вентиляция помещения сразу после полива культуры в период плодоношения, чтобы обсушить поверхность растущих плодовых тел на грядках.

Гигиенические мероприятия. Соблюдение требований гигиены в шампиньонницах позволяет предупредить появление инфекции в камерах выращивания грибов.

Общие требования гигиены и профилактические гигиенические мероприятия в основном сводятся к следующему.

1. Применение системы фильтров для очистки воздуха в системе кондиционирования камер выращивания, помещений для пастеризации субстрата и проращивания мицелия. Регулярная смена фильтрующего материала.

2. Система приточно-вытяжной вентиляции должна быть отрегулирована так, чтобы в культивационных помещениях постоянно сохранялось и поддерживалось незначительное избыточное давление. Это исключает попадание инфекции извне за счет различных неплотностей.

3. Применение ковриков из пористого материала (например, из поролона) у дверей в камерах выращивания и коридорах и их ежедневная обработка раствором дезинфицирующих препаратов.

4. Применение спецодежды и спецобуви для работы в культивационных помещениях.

5. Применение только чистой (выстиранной) спецодежды при выполнении таких технологических опе-

раций, как посев мицелия, оправка и уплотнение субстрата после посева мицелия, насыпка покровного материала.

6. Строгий контроль за чистотой рук, спецодежды и обуви, ежедневная чистка одежды, чистка и дезинфекция обуви.

7. Обработка растворами дезинфицирующих препаратов пола в технологических коридорах в местах складирования субстрата и покровного материала при выполнении работ, связанных с загрузкой субстрата и насыпкой покровного материала.

8. Тщательная мойка и дезинфекция машин, приспособлений и ручного инвентаря после окончания работы.

9. Тщательная очистка и мойка камер и других мест после окончания выполнения технологических операций.

10. Упавшие на пол субстрат, покровный материал во время наполнения камеры, оправки и уплотнения субстрата на стеллажах при насыпке и оправке покровного материала не допускается укладывать на стеллажи, все это должно быть удалено из камеры.

11. Ежедневное удаление с территории шампиньонницы всех отходов — обрезанных ножек плодовых тел при сборе урожая, удаленных из камер остатков субстрата, покровного материала и др. Отработанный субстрат следует вывозить с территории шампиньонницы при его выгрузке из камер.

12. Тщательная очистка и дезинфекция камеры после выгрузки отработанного субстрата.

13. Собирать урожай нужно в такой последовательности: в камерах, где только начинается период плодоношения, затем в камерах второй, третьей недели плодоношения и завершать в камерах последней недели плодоношения.

14. Строго ограничить переход из камеры в камеру во время выполнения любых технологических операций.

15. Во время сбора урожая допускается использовать тару, бывшую в употреблении, только после мойки и дезинфекции.

16. Все отходы нужно собирать в закрытые емкости и по мере их наполнения вывозить из шампиньонницы в место, предназначенное для их накопления.

17. Покровный материал, предназначенный для подсыпки гряд, после сбора урожая хранят только в закрытых емкостях (например, в мешках из полимерных материалов) в специально предусмотренных для этой цели местах.

18. Регулярное наблюдение за появлением очагов заболеваний. Больные плодовые тела необходимо собирать в специальную тару с дезинфицирующим раствором, затем немедленно удалять с территории шампиньонницы.

19. Регулярная прочистка гряд с удалением остатков ножек плодовых тел после сбора урожая, недоразвитых и отмерших зачатков плодовых тел.

20. Территория вокруг шампиньонницы не должна иметь открытых канав со скоплением воды. Всю свободную территорию занимают газоном, допускается посадка деревьев. Территорию содержат в чистоте, траву регулярно скашивают.

21. При появлении серьезных заболеваний шампиньона и в случае, если борьба с ними невозможна, необходимо прекратить оборот культуры, камеру с содержимым тщательно обработать паром и отработанный субстрат немедленно удалить с территории шампиньонницы.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ШАМПИНЬОНОВ



Шампиньоны целесообразно выращивать как в крупных специализированных комплексах, так и в небольших шампиньонницах и различных приспособленных наземных помещениях, в подземных выработках, в теплицах овощеводческих хозяйств.

Производство шампиньона в первую очередь следует развивать в районах крупных городов, промышленных центров, в зонах консервных заводов и районах курортов.

Крупные комплексы по производству шампиньонов наиболее рационально размещать вблизи от районов — поставщиков исходного материала для приготовления питательного субстрата. Транспортировка исходных органических материалов, особенно соломы злаковых культур, на большие расстояния может значительно повысить стоимость производства грибов. Важную роль играет обеспеченность удобными подъездными путями и необходимым количеством хорошо организованного транспорта для доставки этих материалов в течение круглого года.

Специализированные комплексы по производству шампиньонов должны иметь полный состав основных, вспомогательных и подсобных сооружений, позволяющих выполнять все производственные процессы на базе полной механизации и автоматизации.

Крупные комплексы по производству шампиньонов экономически целесообразно организовывать в каменоломнях, имеющихся в Крыму, Молдавии и других районах. Рентабельность производства шампиньонов на базе подземных выработок может быть существенно выше по сравнению с выращиванием в других помещениях. Это связано с незначительными капитальными затратами на строительство культивационных помещений в каменоломнях и на оборудование их средствами регулирования микроклимата. При этом помещения подземных выработок следует использовать только для периода выращивания культуры, а приготовление субстрата, его термическую обработку — пастеризацию и кондиционирование, а также проращивание мицелия нужно проводить в специальных наземных цехах.

Использование приспособленных помещений для выращивания шампиньонов — зимних теплиц в осенне-зимний период, овощехранилищ и фруктохранилищ с искусственным охлаждением в летний сезон — наиболее целесообразно сочетать с производством шампиньона в крупных специализированных комплексах. В этих условиях приготовление и термическая обработка субстрата, а также проращивание мицелия ведутся в специальных сооружениях комплекса, а плодоношение шампиньона проходит в приспособленных помещениях.

В подземных выработках и приспособленных поме-

щениях наиболее целесообразно выращивать шампиньоны в мешках из полимерной пленки.

Производство шампиньонов в небольших и среднего размера шампиньонницах овощеводческих хозяйств эффективно организовывать на основе кооперативных объединений. В этих объединениях приготовление и термическую обработку субстрата, приготовление покровного материала, проращивание мицелия проводят на специальном кооперативном предприятии, а выращивание грибов — в шампиньонницах овощеводческих хозяйств, расположенных в зоне кооперативного предприятия. РАПО, областные агропромышленные комитеты имеют реальные возможности для организации производства шампиньонов на основе кооперации.

В современных шампиньонных комплексах организация труда определяется требованиями углубленного его разделения в условиях индустриального характера производства. Процесс производства состоит из нескольких самостоятельных и одновременно тесно взаимосвязанных частей: приготовление субстрата и покровного материала; закладка (смена) оборотов с термической обработкой субстрата и проращиванием мицелия; уход за культурой; сбор урожая; товарная доработка и упаковка продукции; ее реализация. В соответствии с этими особенностями для выполнения технологических процессов формируются специализированные подразделения, работа которых организационно строится на основе графиков эксплуатации цехов шампиньонного комплекса. Основной из них — план-график эксплуатации камер выращивания. С учетом этого графика разрабатывают план-график эксплуатации обслуживающих цехов — приготовления субстрата и покровного материала.

Важную роль в контроле за выполнением технологической дисциплины и совершенствовании технологии производства шампиньонов играет ведение паспортов оборота культуры. Эти паспорта позволяют проводить детальный анализ для выявления ошибок и неточностей в технологическом процессе выращивания грибов.

Паспорт оборота культур должен включать примерно следующие показатели:

состав исходных материалов для приготовления

субстрата, фактическую схему ферментации, сроки ферментации и даты перебивок бурта, температурный режим в массе бурта в период ферментации, рН среды готового субстрата, содержание общего азота в сухом веществе субстрата, его влажность;

характеристику помещения пастеризации (отмечают какие-либо особенности), способ пастеризации, режим температуры и подачи пара в период термической обработки субстрата, режим вентиляции, массу заложенного для пастеризации субстрата, характеристику субстрата после пастеризации — рН среды, влажность, наличие аммиака;

характеристику посадочного материала — название штамма, норму высева, дату посева, способ проращивания мицелия, режим температуры в период проращивания мицелия, режим вентиляции, визуальную оценку интенсивности зарастания субстрата мицелием после окончания процесса;

качественные показатели покровного материала, его количество, объемный состав, рН среды, глубину слоя при насыпке, дату наполнения камеры выращивания и насыпки покровного материала;

температурный и влажностный режим в камере выращивания, режим вентиляции;

календарные сроки выполнения технологических операций, нормы полива, динамику плодоношения культуры;

профилактические мероприятия по борьбе с вредителями и болезнями, появление вредителей и болезней;

товарную характеристику урожая.

Для выполнения технологических процессов и операций формируют специализированные подразделения:

механизированную бригаду по приготовлению субстрата и покровного материала, которая включает бригадира, его помощника, трактористов-машинистов, операторов по поливу соломы;

звено по наполнению субстратом тоннелей и его выгрузке из тоннелей, в состав которого входят звеньевой, тракторист и машинист, операторы по проведению технологического процесса термической обработки субстрата и проращивания мицелия в тоннелях;

звенья по наполнению камер выращивания субст-

ратом с насыпкой покровного материала и выгрузке субстрата после окончания оборота культуры, включающие звеньевых, трактористов, машинистов и рабочих;

звенья по уходу за культурой, в них входят рабочие, выполняющие поливы и защитные мероприятия по борьбе с вредителями и болезнями шампиньона;

звенья по сбору урожая, включают до 12 рабочих с площадью обслуживания 0,25 га в расчете на одно звено;

звено по товарной обработке, упаковке и сдаче продукции на реализацию — звено или группа на одну шампиньонницу.

Число специализированных звеньев и их состав зависят от полезной площади шампиньонного комплекса, принятой системы и способа выращивания. Непосредственно руководит звеньями бригадир (или несколько бригадиров) с помощниками по производству, уходу за культурой и реализации продукции.

Для технического обслуживания технологического оборудования, контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА), энергетических сетей, систем водоснабжения и канализации должна быть организована общецеховая служба. Эта служба включает слесарей-сантехников, слесарей по обслуживанию и ремонту холодильных машин, слесарей КИПиА, электриков, слесарей по техническому обслуживанию и ремонту машин. Численный состав этих служб определяется по количеству и сложности оборудования и приборов, в зависимости от размера комплекса в соответствии с действующими нормативами.

Технологическое и инженерно-техническое руководство работой шампиньонного комплекса проводит группа специалистов в составе: начальника комплекса (или управляющего отделением), главного (или старшего) технолога, миколога, агронома по поливу и защите шампиньонов от вредителей и болезней, главного инженера, инженеров по энергетике, электрике, КИПиА, инженеров-агрохимиков.

В соответствии с технологическим разделением труда определяется и оплата труда работников, занятых производством шампиньонов. Оплата труда работников шампиньонного комплекса ведется по аккордно-премиальной системе на основе коллективного

договора в соответствии с установленным тарифным фондом заработной платы и плановым выходом продукции.

В связи с тем что многие технологические операции должны выполняться в комплексе, разрабатываются комплексные нормы и расценки на основе технологических карт, составляемых с учетом принятой технологии и способа выращивания шампиньонов. При четкой организации труда на основе функционального (технологического) разделения и оплаты всех работников комплекса в зависимости от количества и качества произведенной продукции обеспечивается высокая эффективность производства шампиньонов.

В зависимости от объема производства, стоимости приобретаемого исходного сырья для приготовления субстрата и покровного материала себестоимость 1 т продукции может колебаться от 1300—1400 до 2000 руб., а рентабельность — от 30 до 100 %.

При организации выращивания шампиньонов в подсобных хозяйствах промышленных предприятий важную роль играет выбор места строительства шампиньонницы или подбор имеющихся сооружений и определение объема производства. Существенное значение имеет обеспечение электроэнергией, теплом, паром, водой, канализацией. Определяют также объем и возможность снабжения производства исходными материалами для приготовления субстрата и покровного материала. Выбор системы и способа выращивания зависит от конструкции сооружения для производства шампиньонов и средств механизации технологических процессов.

ЛИТЕРАТУРА

- Брызгалов В. А., Советкина В. Е., Савинова Н. И. Овощеводство защищенного грунта. — Л.: Колос, 1983.
- Гайслер Т. и др. Производство овощей под стеклом и пленкой (Агротехника)/Пер. с нем. Н. С. Корогодова, Г. П. Шульцева. — М.: Колос, 1979.
- Горленко М. В., Гарибова Л. В., Сидорова И. И. Все о грибах. — М.: Лесная промышленность, 1986.
- Гунте В. Выращивание шампиньонов/Пер. с нем. Г. Н. Мирошниченко. — М.: Колос, 1979.
- Девочкин Л. А. Шампиньоны. — М.: Колос, 1975.
- Дудка И. А., Вассер С. П., Бухало А. С. и др. Промышленное культивирование съедобных грибов. — Киев: Наукова думка, 1978.
- Дудка И. А., Вассер С. П. Грибы: Справочник миколога и грибника. — Киев: Наукова думка, 1987.
- Справочник агронома Нечерноземной зоны/В. И. Балюра, Н. И. Барашков, В. Г. Безуглов и др./Под ред. Г. В. Гуляева. — М.: Колос, 1980.
- Справочник бригадира-овощевода защищенного грунта/Сост. Н. А. Смирнов. — М.: Россельхозиздат, 1980.
- Справочник овощевода/Сост. О. В. Ильин. — М.: Россельхозиздат, 1985.
- Справочник по овощеводству/В. И. Алексахин, А. В. Алпатьев, Р. А. Андреева и др./Сост. В. А. Брызгалов. — Л.: Колос, 1982.
- Тепличное хозяйство/Сост. Г. Ф. Попов. — М.: Россельхозиздат, 1986.
- Федоров Ф. В. Грибы. — М.: Россельхозиздат, 1983.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
Классификация, морфологические и биологические особенности	5
Требования к условиям внешней среды	13
Особенности питания	19
Размножение	23
Системы и способы выращивания	24
Культивационные сооружения	31
Цехи приготовления субстрата и покровного материала	50
Микроклимат культивационных помещений	59
Состав и способы приготовления субстрата	71
Наполнение субстратом культивационных помещений	90
Пастеризация субстрата и период кондиционирования	96
Выращивание и посадка мицелия	105
Покровный материал	112
Уход за культурой	118
Сбор урожая и хранение шампиньонов	130
Подготовка культивационного помещения к новому обороту культуры	134
Борьба с вредителями и болезнями	137
Организация производства шампиньонов	168
<i>Литература</i>	174

Девочкин Леонид Александрович

ШАМПИНЬОНЫ

Зав. редакцией *И. П. Незговорова*

Редактор *Ю. М. Лейкина*

Художник *А. А. Шпаков*

Художественный редактор *М. Д. Северина*

Технический редактор *С. В. Иванкина*

Корректор *Г. В. Абатурова*

ИБ № 5388

Сдано в набор 23.03.88. Подписано к печати 11.10.88. Т-16926.
Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 2. Гарнитура Литературная.
Печать высокая. Усл. печ. л. 9,24. Усл. кр.-отт. 9,45. Уч.-изд. л. 9,29.
Изд. № 390. Тираж 108 000 экз. Заказ № 67. Цена 35 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат»,
107807, ГСП-6. Москва, Б-78, ул. Садовая-Спасская, 18.

Владимирская типография Союзполиграфпрома при Государствен-
ном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной
торговли

600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

ШАМПИНЬОНЫ

ШАМПИНЬОНЫ МОЖНО УСПЕШНО ВЫРАЩИВАТЬ НА СУБСТРАТЕ, ПРИГОТОВЛЕННОМ ИЗ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ПРИ ЭТОМ ПОЛУЧАЮТ БОЛЬШОЙ ВЫХОД ПРОДУКЦИИ ВЫСОКОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ. КОРОТКИЙ ЦИКЛ РОСТА И РАЗВИТИЯ ШАМПИНЬОНА ПОЗВОЛЯЕТ ИМЕТЬ В КАЖДОМ КУЛЬТИВАЦИОННОМ ПОМЕЩЕНИИ ОТ 4 ДО 6,5 ОБОРОТА КУЛЬТУРЫ В ГОД.

