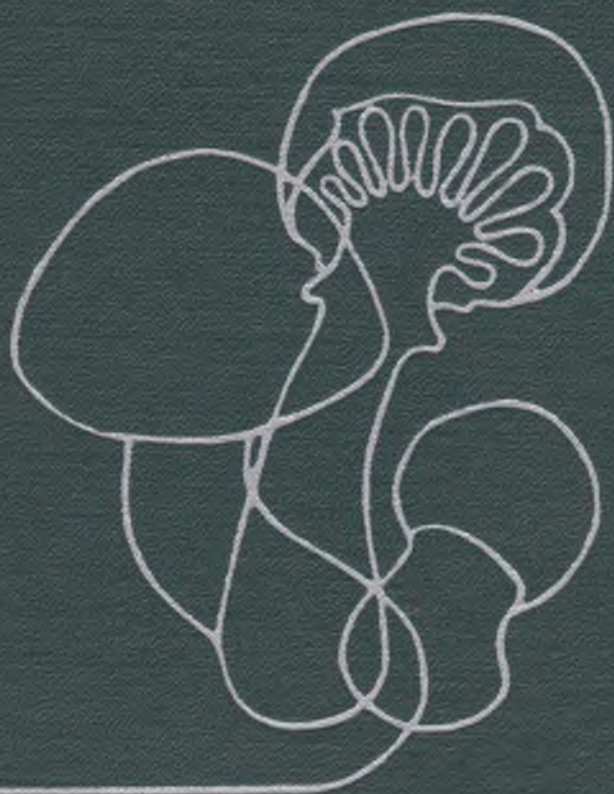


---

*ПРОМЫШЛЕННОЕ  
КУЛЬТИВИРОВАНИЕ  
СЪЕДОБНЫХ  
ГРИБОВ*

---



АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР  
ИНСТИТУТ БОТАНИКИ им. Н. Г. ХОЛОДНОГО

# ПРОМЫШЛЕННОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ

Под общей редакцией  
доктора биологических наук  
И. А. ДУДКИ

**Промышленное культивирование съедобных грибов** / Под общ. ред. И. А. Дуд-  
к и. — Киев : Наук. думка, 1978. — 264 с.

Является первой в СССР монографической обработкой подобного плана, содержащей исчерпывающие сведения по биологии, экологии и культивированию в промышленном масштабе ценных съедобных грибов — шампиньона двуспорового, вешенки обыкновенной, опенка летнего с учетом достижений зарубежного и отечественного опыта. Освещаются важнейшие вопросы теории и практики их культивирования: получение стерильного мицелия, способы изготовления субстратов, системы выращивания в различных типах культивационных помещений, меры борьбы с болезнями и вредителями; сбор, хранение и транспортировка урожая; консервирование, маринование, сушка и соление грибов, изготовление грибного порошка; получение мицелия грибов микробиологическим методом в погруженной культуре.

Рассчитана на работников сельского и лесного хозяйства, научных работников, аспирантов, специалистов микробиологической и пищевой промышленности, а также будет полезна всем, кто интересуется культивированием съедобных грибов.

Ил. 58. Табл. 20. Список лит.: с.241—257.

#### А в т о р ы

*И. А. Дудка, С. П. Вассер, А. С. Бухало, И. М. Солдатова,  
Л. В. Гарибова, Н. И. Федоров, А. А. Исаченко, Т. М. Скибицкая*

#### Р е ц е н з е н т ы

*В. И. Билай, С. В. Шевченко*

Редакция общей биологии

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Свыше 2000 лет культура съедобных грибов вызывает большой интерес, однако промышленное значение приобрело выращивание лишь немногих видов. Сбор дикорастущих грибов с каждым годом снижается, так как на условия их произрастания неблагоприятно влияют интенсивное ведение лесного хозяйства и растущее загрязнение окружающей среды. В связи с уменьшением физических нагрузок человека в настоящее время требования к калорийности продуктов питания стали меньшими. Грибы, обладая высоким содержанием белков, витаминов, экстрактивных и минеральных веществ, являются ценным продуктом и отвечают современным требованиям калорийности питания. Поэтому число потребителей грибных продуктов постоянно увеличивается, что делает целесообразным расширение их культуры. Культивирование съедобных грибов позволит предотвратить пищевые отравления (часто с летальным исходом), вызываемые потреблением в пищу дикорастущих грибов. В связи с этим возникла необходимость изучения возможностей культивирования более широкого ассортимента ценных съедобных грибов.

Эра антибиотиков открыла принципиально новые пути выращивания мицелиальных грибов на промышленной основе. В частности, широко используется глубинное культивирование. Этот метод создает широкие перспективы для использования съедобных грибов как продуктов пищевого белка, биологически активных веществ, а также для быстрого получения маточного мицелия для выращивания плодовых тел. Глубинное культивирование позволяет также интродуцировать в культуру многочисленные виды ценных съедобных грибов, например микоризных, которые из-за своих биолого-экологических особенностей не могут пока образовывать плодовые тела в искусственных условиях.

В настоящей монографии обобщены зарубежный и отечественный опыт, литературные данные и результаты собственных исследований авторов по культивированию в промышленном масштабе ценных съедобных грибов — шампиньона двуспорового, вешенки обыкновенной, опенка летнего, получивших в последние десятилетия широкое распространение в странах Европы, Азии, Северной и Южной Америки, Африки.

Выполняя эту работу, авторы собрали информацию из 7 отечественных научно-технических информационных центров, 13 министерств и ведомств, 28 научно-исследовательских институтов и вузов и 9 предприятий СССР. Одновременно были установлены контакты с научными организациями, грибными национальными ассоциациями и фирмами более 20 зарубежных стран, от которых получена дополнительная информация. Авторы принимали участие в Международном научном симпозиуме по производству грибов с участием ведущих специалистов французской фирмы «Бланшо», входящей в число крупнейших мировых фирм в этой области и производящей 25 тыс. т свежих грибов в год. В данной работе учтен в значи-



тельной степени опыт культивирования грибов в самых развитых в отношении грибоводства странах — Франции, США, Венгрии, Болгарии, Японии, Англии, ФРГ, Нидерландах.

Один из авторов (С. П. Вассер) изучал опыт культивирования шампиньона двуспорового и вешенки обыкновенной в ВНР в сельскохозяйственном кооперативе «Дуна» под Будапештом, где производится более 2,2 тыс. т грибов в год и достигнуты хорошие результаты, а также в ЧССР на заводе «Микопродукт» (г. Бабице), микологической станции г. Праги и в сельскохозяйственном кооперативе «Божитов». Л. В. Гарибова изучала состояние производства посевного мицелия во Франции (фирмы «Бланшо», «Ле Lyon», «Ле шампиньон», «Сомицел»).

Авторы выражают глубокую признательность всем отечественным, зарубежным организациям и лицам, помогавшим в сборе информации по современному промышленному культивированию грибов.

Большинство фотографий и рисунков, приведенных в монографии, оригинальные, часть же заимствована из литературных источников, на что имеются соответствующие указания в подписях.

## ИСТОРИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ

С глубокой древности грибы — одно из любимейших яств человечества. Еще Аристотель называл их «пищей богов». Вопрос о возможности искусственного разведения большинства видов съедобных грибов до настоящего времени не разрешен, хотя и привлекает к себе внимание с очень давних пор. Древние греки владели техникой культуры некоторых видов грибов, преимущественно древесных. Разведением грибов издавна занимаются и в странах Азии. Несмотря на то что большинство наиболее ценных видов грибов относится к одной и той же систематической группе (класс *Vasidiomycetes*, порядок *Agaricales* s. l.), они отличаются большим разнообразием в способах питания, в отношении к субстрату. Это грибы — почвенные сапрофиты, источником питания которых являются различные органические остатки, входящие в состав перегнойных почв; грибы — разрушители древесины, субстратом для которых служит мертвая или живая древесина (сапрофиты или паразиты), и микоризные грибы, связанные по условиям питания с наличием в субстрате корней живых древесных растений.

Наиболее широкое распространение в промышленной культуре получил среди съедобных грибов шампиньон двуспоровый — *Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach, относящийся к группе почвенных сапрофитов. Этому способствовали две причины. Во-первых, шампиньон как почвенный сапрофит не требует для своего развития древесной породы. Это создало возможность выращивать его в теплицах, каменоломнях и специализированных помещениях — шампиньонницах, где, изменяя условия среды, можно управлять его ростом и развитием. Во-вторых, развитию шампиньоноводства очень способствовали быстрая разработка и широкое применение искусственного выращивания качественного посадочного материала — стерильного мицелия (грибницы).

Шампиньон двуспоровый был обнаружен садовниками около 1600 г. в окрестностях Парижа в теплицах на конском навозе, используемом как удобрение для выращивания дынь. Тогда же обнаружили, что если перепревший конский навоз полить отходами шампиньонов и водой, в которой их промывали, то на нем вырастут шампиньоны. Когда и где впервые стали заниматься разведением этого гриба, точно не установлено. По данным А. А. Ячевского (1933), культура шампиньонов возникла впервые в Италии, а затем распространилась во Франции. Под Парижем она была уже довольно широко распространена в середине XVII ст., на что имею-

тся указания в «Руководстве по садоводству» (Jardineer francais), изданном в Париже в 1652 г. Описание выращивания шампиньонов в теплицах в Швеции относится к 1754 г. (Atkins, 1955). Таким образом, культивирование шампиньонов ведется в течение более 300 лет. В XVIII—XIX ст. оно достигло наибольшего развития во Франции, особенно в районе Парижа, чему способствовало наличие там старых каменоломен, где в течение всего года сохранялась температура около 12—14° С, т. е. имелись готовые культивационные помещения с подходящими для выращивания условиями. Из Франции культура шампиньонов проникла в Англию, Германию и другие страны Европы.

По данным Л. В. Гарибовой (1971), в России шампиньоны начали выращивать в середине XVIII ст. Первой публикацией была статья А. Т. Болотова «О шампиньонах», напечатанная в 1778 г. в журнале «Экономический магазин». Промышленным выращиванием шампиньонов в России начал заниматься в 1848 г. Е. Грачев (1861), который отмечал, что до него, еще в 20-х годах, культивировал эти грибы огородник Ростовского уезда Осинин.

Успех культивирования грибов зависит прежде всего от качества грибницы. Первоначально как посадочный материал использовали дикорастущую грибницу, которую собирали в естественных местах обитания шампиньонов — на выгонах, в садах, на свалках и т. д. Осенью в таких местах куски почвы, пронизанные грибницей, осторожно вырезали, подсушивали и хранили до высадки в субстрат. По мнению Р. Зингера (Singer, 1961), это был мицелий *A. bisporus* var. *albidus*. Итак, на первых этапах введения шампиньонов в культуру посадочным материалом служил нестерильный мицелий вместе с кусочками субстрата.

Стерильный мицелий начали выращивать в XIX ст. Ш. Узони (Uzoni, 1971), ссылаясь на А. М. Клингмана, сообщает, что способ проращивания спор, правда, не в абсолютно стерильных условиях открыл Х. Гоффман (Hoffman, 1859). По описаниям авторов того времени, для проращивания спор использовали листья различных деревьев. Собственный опыт выращивания шампиньонов из спор описывает Е. Х. Мейер (Meyer, 1901) и Я. Штейнерт (Steinert, 1905).

Ж. Костантен и Л. Матрюшо (Costantin, Matruchot, 1893) в Институте Пастера в Париже впервые в мировой практике вырастили на стерильном искусственном субстрате зародыши из спор шампиньона. Для выращивания мицелия они высевали споры гриба в стерильных условиях на искусственную среду и полученную чистую культуру, по мере развития грибницы, переносили на стерильный навоз, сформированный в виде плиточек. Этот метод давал возможность заготавливать мицелий впрок и выбирать любой штамм для разведения. Мицелий, выращенный таким способом, не был заражен паразитными грибами. Ж. Костантен и Л. Матрюшо выделили около 20 штаммов шампиньонов и установили, что признаки штаммов вполне константны не только при размножении их мицелием, но и при культивировании из спор.

Американские исследователи параллельно разработали свой метод выращивания стерильного мицелия (Ferguson, 1902; Duggar, 1905). Однако, в связи с длительным инкубационным периодом и низким процентом прорастания спор у культивируемого шампиньона, работы в этом направлении продолжались. В 1918 г. Э. Б. Ламберт усовершенствовал технологию выращивания мицелия, и до сих пор в США пользуются этой методикой. В Европе после первой мировой войны мицелий шампиньонов выращивали по американскому методу на основании публикации Э. Б. Ламберта. В 1924 г. Р. Фальком, О. Фальком (Falck R., Falck O., 1924) была проведена серия успешных экспериментов по воздействию на прорастание спор шампиньона различных органических и неорганических кислот, алкалоидов и т. д. с целью стимулировать их прорастание. К этому времени в большинстве стран, где была распространена культура шампиньонов, уже работали специальные лаборатории по производству стерильного мицелия.

Таким образом, к 20-м годам XX ст. основные методы производства стерильного мицелия шампиньонов были окончательно разработаны. Методы проращивания спор и выращивания мицелия в последующие годы несколько модифицировались, усовершенствовались (Cayley, 1936; Ключникова, 1938, 1939; Kehl, 1943). Исследования в этом направлении не прекращаются и до настоящего времени во всех шампиньонных лабораториях, так как от качества и свойств мицелия в основном зависит успех ведения культуры (Atkins, 1955; Langkramer, 1955; Heltay, 1956; Koronczy-Wonnesch, Usoni-Látkóczy, 1958; Huhnke, Sengbusch, 1960; Delmas, 1962; Fritsche, Sengbusch, 1962, 1963; Fritsche, 1964, 1966). В СССР начиная с 30-х годов исследования по разработке методов проращивания спор, выращивания мицелия и изучению расового состава шампиньонов проводились Е. С. Ключниковой (1938, 1939), Н. Г. Громовым (1960), Л. В. Гарибовой (1964, 1968, 1969а, б), Л. В. Гарибовой и Е. Н. Фроловой (1971).

Постепенно на протяжении столетий из культуры в открытом грунте сформировались современные интенсивные способы выращивания шампиньонов в кондиционированных культивационных помещениях. Более чем 300-летний опыт выращивания шампиньонов обобщен в монографиях и методических пособиях (Pinkerton, 1954; Николаева, 1955; Atkins, 1955, 1974; Панов, 1956; Столлер, 1956; Громов, 1960; Singer, 1961; Vedder, 1968; Девочкин, 1975). В настоящее время освоен простой метод выращивания плодовых тел шампиньона в лабораторных условиях в чашках Петри (Eger, 1962), что значительно расширяет возможности изучения биологии и физиологии плодообразования у шляпочных грибов.

Повышение спроса на грибы на мировом рынке способствовало дальнейшему усовершенствованию методов их выращивания на основе глубокого изучения биологии культуры. В наше время мировая грибная продукция увеличилась настолько, что грибоводство выделилось в самостоятельную отрасль сельского хозяйства.

В ряде стран создана целая грибная индустрия. Переход на индустриальный путь производства шампиньонов произошел на основе:

- применения новой технологии, разработанной в специально созданной для этой цели сети научно-исследовательских институтов, лабораторий и опытных станций;

- подготовки в специализированных опытно-показательных центрах кадров техников для производства шампиньонов;

- централизованного снабжения производителей шампиньонов посевным мицелием, компостом, покровной землей и химикатами — средствами защиты грибов от болезней и вредителей;

- поставки технологического оборудования и приборов для механизации и автоматизации производства и переработки шампиньонов рядом специализированных машиностроительных фирм;

- ежегодного обмена опытом на собраниях ассоциаций производителей и делегаций специалистов между странами и ознакомления при этом с передовыми предприятиями;

- ежегодных летних краткосрочных (10-дневных) курсов повышения квалификации специалистов и техников грибных хозяйств при национальных научных центрах по шампиньоноводству (Васер, Дудка, Фридт и др., 1976).

Наличие описанной выше фундаментальной научно-технической базы позволило за последние десятилетия, на основе внедрения результатов проведенных научно-исследовательских работ, значительно усовершенствовать и обновить в экономически развитых странах технологию производства шампиньонов. Был обеспечен стабильный рост производительности с доведением сбора грибов до 400—500 кг в год с 1 м<sup>2</sup> полезной производственной площади.

Новая технология заменила существовавший до этого в течение более 200 лет экстенсивный по современным представлениям метод производства, который был характерным для традиционного разведения шампиньонов, когда средний урожай не превышал 5 кг с 1 м<sup>2</sup> площади гряд, а оборот гряд в течение года составлял не более одного двух раз. При новой технологии сбор свежих шампиньонов за один оборот возрос до 15—25 кг с 1 м<sup>2</sup> и, с учетом повышения числа оборотов до шести в год, общий сбор поднялся до 400—500 кг в год. Показательно, что технический прогресс и рационализация производства позволили за последние десятилетия снизить заготовительные цены на шампиньоны в два раза, а также перейти в 1974—1975 гг. к созданию в США, Малайзии и других странах новых предприятий укрупненной мощностью до 10 тыс. т грибов в год.

Кроме шампиньонов существует ряд других съедобных грибов, которые с давних времен или сравнительно недавно привлекали внимание специалистов как перспективные микологические объекты для поверхностного или глубинного культивирования с целью получения дополнительных источников пищевого белка и других ценных продуктов. Из группы наземных сапрофитов это прежде всего виды рода *Agaricus*: *A. subedulis* Heinem.— Центральная Африка; *A.*

bitorquis (Quél.) Sacc.— Нидерланды; *A. arvensis* Fr., *A. augustus* Fr., *A. campestris* Fr.— ФРГ; *A. macrosporus* (Moell. et J. Schaeff.) Pil.— США, Венгрия (Steineck, 1973a). В результате изучения экологии и биологии плодоношения для культивирования рекомендуются еще два хорошо плодоносящих вида — *A. silvaticus* Schaeff. ex Secr. и *A. vaporarius* (Vitt.) Mos. apud. Gams, которые по экологическим требованиям наиболее соответствуют обычным условиям культивирования шампиньонов (Гарибова, Сафрай, Шалашова, 1974).

В Азии (Китай, Филиппины, Япония, Индонезия, Бирма, Таиланд, о. Тайвань) распространено выращивание на рисовой соломе *Volvariella volvacea* (Fr.) Sing., опыты по культивированию которой проводят в последнее время в Нидерландах (Steineck, 1973a) и в Венгрии. Выращивание проводится в культивационных помещениях на специально приготовленной питательной среде из перемолотых початков кукурузы. Этот метод показал высокую продуктивность данного вида: 160 кг грибов с 1 м<sup>2</sup> гряд. Сейчас делаются попытки культивировать этот гриб и в Польше (Шудыга, 1975). Аналогичным способом культивируют *V. esculenta* (Mass.) Sing. et Smith и *V. diplasia* (Berk. et Br.) Sing.

Очень ценным грибом для искусственного выращивания является *Stropharia rugosoannulata* Farlov, которая помимо хороших вкусовых качеств имеет ценные питательные свойства. Определенным преимуществом этого вида перед другими является то, что для его выращивания не требуется специальной подготовки субстрата — компостирования, достаточно лишь увлажнить его. Исключительная устойчивость этого гриба к неблагоприятным условиям окружающей среды, особенно к колебаниям температуры, позволяет выращивать его в открытом грунте. Для выращивания в открытом грунте пригоден компост, оставшийся после культуры шампиньонов; его предварительно перемешивают с соломой и увлажняют. *S. rugosoannulata* выращивают в ГДР (Püschel, 1969), а в 1973 г. начали культивировать в Англии, Венгрии и Польше, где она высоко ценится (Steineck, 1973a; Дудка, Шепя, Яковенко та ін., 1975; Шудыга, 1975).

Довольно ценным грибом для культивирования является *Lepista puda* (Fr.) Sck, которая хорошо растет на разнообразных субстратах и имеет высокую устойчивость ко вторичному заражению микроорганизмами. В Европе успешно были проведены опыты по выращиванию *L. puda* в котельнях (Steineck, 1973a), на средах из листьев с добавками ила из отстойников.

Кроме вышеуказанных видов наземных сапрофитов, выращиваемых в промышленных масштабах, есть еще ряд грибов, которые проходят опытные испытания на их пригодность для массового промышленного культивирования: *Clitocybe nebularis* (Fr.) Quél., *Macrolepiota procera* (Fr.) Sing., *M. rhacodes* (Witt.) Sing., *Coprinus comatus* Fr., *Marasmius oreades* Fr., *M. scorodoni* Fr., *Morchella esculenta* Pers. и *M. conica* Pers., *Gyromitra esculenta* (Pers.)



Fr. Опыты по их выращиванию проводятся в последнее время в различных странах мира (Witt, 1945; Delmas, 1973; Steineck, 1973a; Zdražil e. a., 1973).

Виды съедобных грибов, перспективные для широкого введения в промышленную культуру, есть не только в составе группы назем-

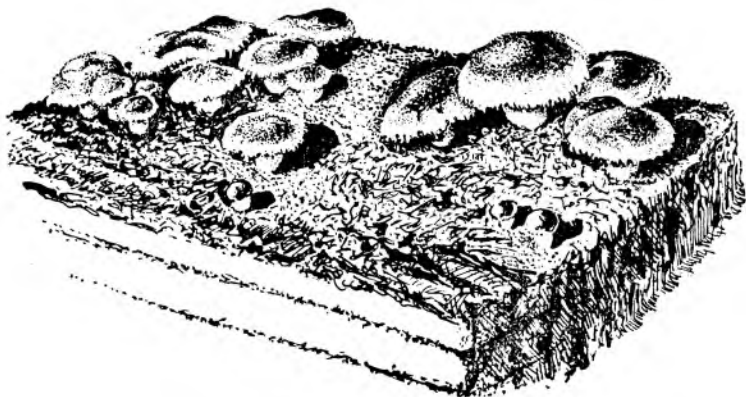


Рис. 1. Плодовые тела гриба шиитакэ — *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. на опилках и рисовых отрубях, обогащенных экстрактом соевых бобов.

ных сапрофитов, но известны также в составе группы дереворазрушающих сапрофитов или паразитов. Искусственное разведение дереворазрушающих грибов имеет широкое распространение преимущественно в странах Юго-Восточной Азии, причем насчитывает оно свыше 2000 лет. Секреты культуры передавались грибоводами из поколения в поколение. Наиболее распространенной культурой является дереворазрушающий гриб *Lentinus edodes* (Berk.) Sing., называемый на Востоке «шиитакэ»<sup>1</sup> и встречающийся в естественных условиях на дубе и грабе. Разводят его до настоящего времени на древесине этих пород, распиливая поваленные для этой цели деревья на отдельные бруски и заражая древесину мицелием *L. edodes*; затем бруски устанавливают наклонно. Первые плодовые тела появляются на них через два года. Хотя культура шиитакэ ведется в Японии очень давно, детальное изучение этого гриба развернулось лишь в последнее десятилетие. Широкие исследования по урожайности и морфологической характеристике различных рас *L. edodes* (Nagai e. a., 1962) явились основополагающими для его селекции и районирования. Разработан метод выращивания *L. edodes* в закрытых помещениях на опилках с различными добавками и на рисовой соломе, смоченной экстрактом из соевых бобов (рис. 1). Пробуют культивировать *L. edodes* в странах Европы —

<sup>1</sup> В отечественной литературе употреблялось неправильное название «шиитакэ».

ФРГ, Италии, Австрии (Witt, Henning, 1965; Steineck, 1973b, c; Ferri, 1974).

Из других видов дереворазрушающих грибов в Азии культивируют *Armillaria matsutake* Ito et Imai, *Armillariella mellea* (Wahl ex Fr.) Karst., *Auricularia auricula-judae* (Fr.) Quél. (рис. 2), *A. polytricha* (Mont.) Sacc., *Tremella fuciformis* Berk. Последние

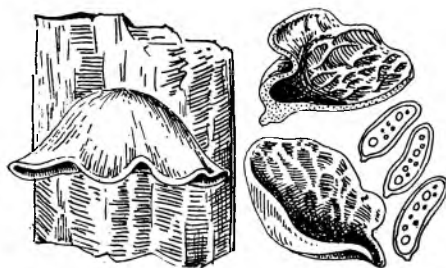


Рис. 2. Плодовые тела и споры гриба Иудино ухо — *Auricularia auricula-judae* (Fr.) Quél.



Рис. 3. Плодовые тела и споры зимнего гриба — *Flammulina velutipes* (Curt. ex Fr.) Sing.

2 вида культивируют в Японии и Китае на стволах и поленьях, заражая их мицелием чистой культуры (Delmas, 1973).

Зимний гриб — *Flammulina velutipes* (Curt. ex Fr.) Sing., произрастающий на всех континентах земного шара на древесине различных растений, широко культивируется в Японии и на о. Тайвань (рис. 3). Для культуры используют небольшие сосуды, грибы во время сбора снимают пучками.

В Нидерландах были также проведены опыты по культивированию *F. velutipes*, причем лучшие результаты получены при использовании среды, содержащей 70% опилок и 30% рисовых отрубей при pH 5,6. Сбор урожая начинается через две-три недели после прорастания спор и разрастания мицелия (Дудка, Шена, Вассер та ин., 1976a).

В Европе довольно распространено культивирование *Kuehneomyces mutabilis* (Fr.) Sing. et Smith — ГДР, Чехословакия; *Agrocybe praecox* (Fr.) Fay. и *A. aegerita* (Brig.) Sing. — страны Средиземноморья, Нидерланды, *Hypholoma carpinoide* (Fr.) Kumm. — ФРГ (Steineck, 1973b). На хвойных деревьях, особенно на ели, растет опенок серный — *Naematoloma carpinoide* (Fr.) Karst., который образует плодовые тела ранней весной и с середины сентября по ноябрь. В. Витт и Б. Геннинг (Witt, 1945; Witt, Henning, 1965) рекомендуют этот съедобный гриб выращивать на стволах ели. У основания старых сосен можно встретить гриб-баран — *Sparassis crispa* (Fr.) Fr. (рис. 4), который также можно выращивать на древесине хвойных растений.

В странах Европы и Северной Америки в последнее десятилетие наибольшее распространение из дереворазрушающих грибов получил *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm., культивируемый еще с начала XX ст. (Falck, 1917). Во время первой мировой войны для получения добавочного продукта питания начали выращивать *P. ostreatus* экстенсивным методом: заражали мицелием пни и собирали урожай, пока пни не разрушались. По окончании войны интерес к этому грибу

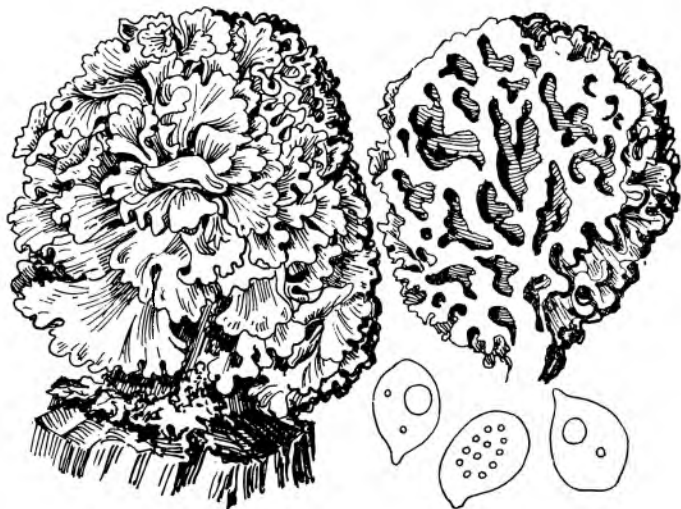


Рис. 4. Плодовые тела и споры гриба-барана — *Sparassis crispa* (Fr.) Fr.

ослабел и выращивать его стали в небольшом количестве. Лишь в 60-х годах с началом культивирования *P. ostreatus* в промышленных масштабах в Венгрии и Чехословакии опять возник спрос на этот гриб. Была восстановлена его культура в ФРГ. Сейчас *P. ostreatus* выращивают в Нидерландах, Венгрии, Италии, Польше, Австрии, ФРГ, ГДР, США, Австрии, Франции, Швейцарии (Дудка, Шела, Вассер та ін., 1976а, б; Вассер, Дудка, Фрид та ін., 1976). Венгерские ученые Э. Вешшей и Э. А. Тот (Véssey, 1969а; Véssey, Tóth, 1968) доказали, что *P. ostreatus* можно выращивать на ослабленных деревьях, заражая стволы мицелием; для здоровых деревьев, растущих рядом, он не представляет опасности. Лучше всего этот гриб растет на тополе и грабе. Очень часто *P. ostreatus* выращивают на пнях (Luthardt, 1956; Véssey, 1969а; Felbinger, 1973). Корчевание пней на вырубках — дорогая и трудоемкая работа. Если же на них выращивать *P. ostreatus*, то через три — пять лет пни разрушаются сами, удобряя своими остатками почву. Таким образом экономятся средства на выращивание, а вырубки без затрат на корчевание подготавливаются к следующим посадкам.

Венгерские микологи разработали эффективный метод выращивания *P. ostreatus* в производственных масштабах на древесине (Vessey, 1969b; Mikes, 1971). Таким же способом *P. ostreatus* выращивают в ФРГ (Luthardt, 1948, 1969; Steineck, 1973b), Италии (Ferri, 1970a, b). Существует метод выращивания *P. ostreatus* на стволах деревьев в траншеях (Masriera, 1970).

Как и шампиньон, *P. ostreatus* можно выращивать на протяжении всего года в специальных культивационных помещениях на дешевом субстрате. Для культивирования используется целлюлозная среда, содержащая солому, стержни початков кукурузы, стебли кукурузы, опилки, отруби и другие аналогичные материалы. Во Франции на научно-исследовательской станции в Бордо успешно используется как субстрат для выращивания *P. ostreatus* кора деревьев и городские отходы (Delmas, 1973; Delmas e. a., 1974). Результаты исследований дают возможность надеяться, что в будущем на новых субстратах будут выращивать также другие виды грибов. Таким образом, путем биологического уничтожения промышленных и городских отходов будет решаться проблема очистки окружающей среды.

Аналогично *P. ostreatus* культивируют *P. floridae* Fovose, который образует плодовые тела и при высокой температуре (Zadrazil, 1973a, b), *P. cornucopiae* (Pers.) Rolland, который растет и на хвойных деревьях, а также *Lyophyllum ulmarium* (Bull.) Kühn.

Значительно хуже поддаются искусственному выращиванию грибы третьей группы — облигатные микоризообразователи, связанные по условиям питания с корнями высших растений. И хотя к этой группе относятся наиболее ценные по питательным и вкусовым свойствам съедобные грибы, в частности различные формы белого гриба (*Boletus edulis* Fr.), а также подосиновик (*Leccinum aurantiacum* S. F. Gray), подберезовик (*L. scabrum* S. F. Gray), трюфель (*Tuber melanosporum* Vitt.), их культивирование в искусственных условиях без наличия соответствующих пород деревьев до последнего времени не представлялось возможным.

Ряд исследований последних лет показал, что в искусственных условиях, при отсутствии корней живых деревьев, можно получать плодовые тела микоризных грибов. Первая работа такого рода была выполнена О. Модессом (Modess, 1941), который вырастил в чистой культуре на синтетической среде зачатки плодовых тел белого гриба — *Boletus edulis*. Затем наблюдения над срезанными ножками плодовых тел этого гриба, на которых развивалась грибница, привели к повторению и модификации опытов Модесса. В результате этих работ в 1961 г. на синтетической среде из кусочков ткани, вырезанной из ножек белого гриба, образовались плодовые тела белого гриба высотой до 1,5 см с частично или полностью окрашенными шляпками (Karpinski, 1961). В одном из опытов был отмечен полностью развитый гименофор, отбрасывающий споры после созревания плодового тела. В эти же годы были получены в культуре вполне сформированные плодовые тела еще ряда микоризообразо-

вателей: *Pulveroboletus hemichrysus* (Berk. et Curt.) Sing., *P. lignicola* (Kalchb.) Pil., *Xerocomus badius* (Fr.) Kühn. ex Gilb., *X. illudens* (Fr.) Kühn., у нескольких видов рода *Boletinus* Kalchb. У всех перечисленных видов были хорошо дифференцированные зрелые плодовые тела (Pantidou, 1961a, b, 1962, 1964).



Рис. 5. Культивирование съедобных грибов в мире (по Singer, 1961; с дополнениями авторов):

1 — *Agaricus bisporus*, 2 — *Volvariella volvacea*, 3 — *Tuber melanosporum*, 4 — *Lentinus edodes*, 5 — *Pleurotus ostreatus*.

В чистой культуре были также получены плодовые тела у ряда видов рода *Suillus* S. F. Gray, из которых *S. rubinellus* Sing. за четыре недели образовывал вполне нормальные зрелые плодовые тела с последующим отбрасыванием спор (McLanglin, 1964).

Представляют интерес работы по стимулированию плодообразования у *Agaricales* метаболитами почвенных грибов и бактерий (Hayes e. a., 1969; Park, Agnihorti, 1969). В настоящее время разработаны методы проращивания спор многих микоризных грибов. И хотя промышленное производство этих грибов еще не осуществлено, освоение метода их культуры в лабораторных условиях открывает возможности для дальнейшего изучения их биологии и является решающей предпосылкой для их широкого культивирования в будущем.

Пока из всей этой группы только культура трюфеля — *Tuber melanosporum* получила широкое распространение с середины XVIII ст. во Франции и несколько позже в Германии. Для его культивирования использовали естественные и искусственно насаженные дубовые и буковые рощи.

Таким образом, на данном этапе развития грибоводства только

8 видов грибов можно считать вполне освоенными для искусственного выращивания в промышленном масштабе: *Agaricus bisporus*, *Stropharia rugosoannulata*, *Volvariella volvacea*, *Lentinus edodes*, *Pleurotus ostreatus*, *Kuehneromyces mutabilis*, *Flammulina velutipes*, *Tuber melanosporum*.

Свыше 70 стран Европы, Азии, Северной и Южной Америки, Африки, Австралии сейчас выращивают съедобные грибы (рис. 5). Мировое производство различных грибов интенсивно развивается: с 60 тыс. т в 1950 г. оно возросло до 800 тыс. т в 1977 г. Себестоимость производства 1 кг культивируемых грибов (в пересчете на рубль по курсу) в отдельных странах колеблется от 40 до 90 коп. Среднегодовое потребление грибов на душу населения в экономически развитых странах достигло 2,2 кг.

В большинстве стран специалисты по культивированию съедобных грибов объединены в ассоциации, которые вместе с научными учреждениями проводят ежегодные национальные научно-технические конференции. В Японии, например, есть восемь национальных ассоциаций по грибоводству. Национальные ассоциации по культивированию грибов основали в 1950 г. Международную комиссию по грибоводству (International Commission on Mushroom Science—ICMS), которая раз в три года организует и проводит международные научные конгрессы по теории и практике производства съедобных грибов. В восьми странах (Франция, Англия, США, ФРГ, Италия, Нидерланды, Канада и Япония) грибоводческие ассоциации издают научно-технические журналы и бюллетени.

В зарубежных странах наблюдается начало национальной и международной концентрации производства и переработки грибов. Кроме общеизвестных и характерных для капиталистической экономики причин концентрации, в грибной промышленности есть специфическая особенность — слишком короткий (максимально двухсуточный) срок хранения плодовых тел без снижения их качества. Это обстоятельство, вероятно, также способствует концентрации производства, при которой консервирование грибов и производство их в одном хозяйстве наиболее экономично. Сейчас на мировом рынке установилось соотношение в потреблении свежих и консервированных грибов как 30 : 70.

Существует еще один способ получения грибов для пищевых целей. Это выращивание их микробиологическим методом в глубокой (погруженной) культуре. Впервые такие работы были проделаны Х. Гумфельдом (Humfeld, 1948) с культивируемым шампиньоном. Автор предложил использовать мицелий этого гриба в качестве пищевого концентрата, так как по своему химическому составу он мало отличается от плодовых тел шампиньона. Аналогичные данные имеются и для ряда других видов шляпочных грибов. Привлекательность данного способа состоит в том, что чистые культуры грибов можно легко получать не только путем проращивания спор, но и методом тканевой культуры из плодовых тел. Базой для такого их использования является широкое изучение физиологиче-



ских потребностей многих видов шляпочных грибов: это виды родов *Boletus* Fr., *Agaricus* Fr., *Coprinus* S. F. Gray, *Macrolepiota* Sing. и др. (Бухало, 1968; Bukhalo, 1974; Бухало, Пархоменко, Мартиненко, 1975). Большой опыт выращивания мицелия шляпочных грибов был накоплен отечественными исследователями при изучении микотрофии древесных пород (Шемаханова, 1962). Однако, несмотря на эти перспективы, возможность выращивать в искусственных условиях плодовые тела съедобных шляпочных грибов всегда будет привлекать внимание и исследователей, и потребителей.

## ПРОИЗВОДСТВО И ХРАНЕНИЕ ПОСЕВНОГО МИЦЕЛИЯ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ

### ПРОИЗВОДСТВО МИЦЕЛИЯ

Производство мицелия съедобных грибов основывается на методах, используемых для производства мицелия шампиньона двуспорового. Для размножения шампиньонов, как и других культивируемых съедобных грибов, в условиях крупных хозяйств используется мицелий (грибница), выращенный на различных субстратах. Мицелий должен соответствовать ряду основных требований (Громов, 1957; Kneebone, 1962): во-первых, иметь высокую жизнестойкость, обеспечивающую быстрое разрастание гиф в субстрате; во-вторых, принадлежать отселекционированному сорту, обладающему значительной урожайностью, устойчивостью к заболеваниям, хорошими товарными качествами и т. д. Основным субстратом для получения мицелия являются: 1) конский навоз или приготовленный из него компост; 2) зерно различных культурных злаков — пшеницы, ржи, ячменя, проса и некоторых других; 3) различные растительные остатки — измельченные стебли табака, опилки и т. д.; 4) смеси органических и неорганических материалов, в частности смесь минерала перлита с пшеничными отрубями (Lemke, 1971, 1972).

На первых этапах развития грибоводства и в нашей стране (Гарибова, 1969а), и за рубежом (Genders, 1969) использовали дикорастущий мицелий. Н. Г. Громов (1957), выделяя четыре типа посадочного мицелия, рассматривает в их числе и дикорастущую грибницу. Получают ее следующим образом. В местах, где появляются плодовые тела шампиньонов (обычно это бывает на скотных дворах, на территории парниковых хозяйств, на свалках и т. д.), выкапывают грибницу. После тщательного отбора оставляют только компактные с приятным грибным запахом куски естественного субстрата, сплошь пронизанные белыми или кремоватыми гифами мицелия шампиньона. При этом особое внимание обращается на отсутствие каких бы то ни было болезней и вредителей (при наличии таковых грибница непригодна для использования в качестве посадочного материала). Отобранный дикорастущий мицелий подсушивают и хранят в темных, достаточно сухих помещениях до наступления сроков высадки в шампиньонные грунты (Громов, 1957; Гарибова, 1969а). Заготовку посадочного материала лучше всего производить осенью.

В связи с тем что подобные методы заготовки грибницы достаточно трудоемкие и не обеспечивают растущих потребностей шампиньонных хозяйств в посадочном материале, были предприняты

попытки размножения дикорастущего мицелия в искусственных условиях на навозных грядах. Дикорастущий мицелий вносили в заранее приготовленные компосты, где поддерживали условия (соответствующий состав, влажность, температуру), необходимые для его интенсивного развития. Когда через 10—12 дней мицелий полностью пронизывал компост, последний делили на куски, подсушивали и помещали на хранение (Кичунов, 1921).

В Англии размножение дикорастущего мицелия проводили брикетным способом. Небольшие кусочки дикорастущего мицелия, окруженные слоем влажного конского навоза, располагали в центре довольно плотных спрессованных брикетов, состоящих из предварительно мелко раздробленного конского и коровьего навоза. Эти брикеты помещали на мягкий и теплый навозный компост на некотором расстоянии друг от друга для того, чтобы потоки теплого воздуха могли свободно циркулировать вокруг них. Через несколько недель каждый такой брикет оказывался насквозь пронизанным мицелием шампиньона. Брикеты подсушивали и переносили в темное помещение, где хранили до использования (Genders, 1969).

Непосредственным производным дикорастущего мицелия является так называемая освоенная грибница, которую Н. Г. Громов (1957) выделяет в качестве одного из четырех типов посадочного материала шампиньонов. В довоенный период грибница, освоенная или «культурная», довольно широко применялась для выращивания *Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach (Громов, 1957). На последних этапах плодоношения шампиньонов перед освобождением помещений, где производилось их выращивание, из грунта отбирали куски, наиболее интенсивно пронизанные грибницей, складывали в тару для хранения, подсушивали и содержали в темных помещениях вплоть до следующего цикла выращивания грибов. Это и была освоенная грибница.

Однако с самых первых этапов искусственного разведения шампиньонов был отмечен ряд негативных качеств дикорастущего (самородного) мицелия. Важнейшим из них было его быстрое вырождение, которое проявлялось в снижении урожайности, уменьшении устойчивости к заболеваниям, ухудшении товарного вида продукции. Поэтому во многих исследовательских лабораториях и непосредственно в шампиньоноводческих хозяйствах мира еще в середине прошлого столетия начались работы по проращиванию спор шампиньона с целью получения стерильного мицелия и последующего его использования в качестве посадочного материала (Hoffman, 1859; Ferguson, 1902; Duggar, 1905).

По данным Н. Г. Громова (1957), впервые стерильная грибница из спор шампиньона была получена во Франции в 1861 г.; научно обоснованная, стандартная методика проращивания спор шампиньона и получения из них стерильного мицелия была разработана также во Франции, в Институте Пастера тремя десятилетиями позже — в 1893—1894 гг. (Lambert, 1938; Pinkerton, 1954; Atkins,

1955; Гарибова, 1969а). В 1920 г. получение стерильного мицелия шампиньона путем проращивания спор гриба в бутылках, наполненных предварительно простерилизованным, тщательно промытым конским навозом, было разработано независимо от французов Э. Б. Ламбертом в США (Столлер, 1956), после чего шампиньонные хозяйства Северной Америки перешли исключительно на стерильную грибницу в качестве посадочного материала. В Советском Союзе также проводились значительные работы по проращиванию спор шампиньонов для получения стерильного мицелия (Клюшников и др., 1935; Клюшникова, 1938, 1939) и в результате была предложена производственная методика его выращивания. Это позволило уже в 1937 г. организовать первую в СССР лабораторию по выращиванию стерильного мицелия шампиньонов для снабжения им всех грибоводческих хозяйств страны. Таким образом, в 30-х годах XX ст. практически во всех странах, где занимались разведением шампиньонов, в качестве посадочного материала использовали стерильный споровый мицелий. Основным субстратом для его выращивания в этот период был конский навоз.

Весь процесс получения стерильного спорового мицелия может быть представлен следующим образом.

1. В местах наиболее обильного плодоношения грибов отбирают лучшие экземпляры плодовых тел на той стадии их развития, когда шляпка еще не раскрылась, но частное покрывало между краями шляпки и ножки уже натянуто до предела. Далее плодовые тела тщательно очищают: сначала кисточкой аккуратно снимают различные органические остатки на шляпке и ножке, обрезают конец ножки с плотно прикрепившимися к ней остатками земли, после чего протирают плодовое тело ваткой, смоченной 70-градусным спиртом. Обработанное таким образом плодовое тело на специальной подставке помещают в стерильную чашку Петри. Гриб в чашке Петри закрывают стерильным стеклянным колпаком и оставляют на несколько дней (1—4) в помещении лаборатории с температурой воздуха 20—22° С. За это время шляпка плодового тела раскрывается, пластинки освобождаются от покрывала и споры высыпаются на дно чашки.

Для проращивания полученного спорового материала используют различные питательные среды: биосолод, дрожжевую муку, вытяжки из пшеничных зерен, картофельно-декстрозный агар, 2%-и 8%-ный сусло-агар, 2%-и 8%-ное жидкое пивное сусло, агар Ламберта и т. д. В частности, Н. Г. Громов (1957) приводит среду следующего состава: 1 г кислого фосфорнокислого калия, 1 г аммиачной селитры, 0,5 г сернокислого магния, 3 г сахарозы, 1 г глюкозы, 1 г мальтозы, 20—25 г агара на 1 л дистиллированной воды. Для посева спор шампиньона наиболее удобно использовать эту среду на косяках.

2. Споры из стерильной чашки Петри наносят платиновой петлей на плоскую поверхность среды в пробирке. Инокулированные пробирки инкубируют в термостатах при температуре 25—27° С. Прорастание спор визуально заметно на 8—10-й день инкубации в виде образования белого паутинистого мицелия. После появления

мицелия температуру инкубации постепенно снижают до 20—22° С и содержат пробирки при этой температуре 10—15 дней до тех пор, пока мицелий не заполняет всю пробирку в той ее части, где имеется питательная среда. Вышеописанный процесс получения стерильного мицелия в пробирках обеспечивает шампиньоноводческое хозяйство материалом для инокуляции больших емкостей, в которых на различных субстратах выращивают грибницу, используемую непосредственно для посадки.

Прежде чем перейти к описанию способов получения стерильного мицелия, применяемого в качестве посадочного материала, следует отметить, что, перенося в пробирку с питательной средой несколько десятков, а иногда и сотен спор шампиньона, мы получаем многоспоровые штаммы *Agaricus bisporus*. Возможно получение и моноспоровых штаммов. В настоящее время оба эти метода селекции широко используются в шампиньоноводстве; каждый из них имеет свои преимущества (более детально об этом написано в главе 3).

Получение посадочного стерильного много- или моноспорового мицелия осуществляется в несколько этапов. Первым является подготовка субстрата, в качестве которого длительное время использовался не утративший своей популярности у шампиньоноводов и сейчас конский навоз (рис. 6). Компостированный конский навоз тщательно отмывают, затем измельчают и набивают им литровые бутылки (Genders, 1969) или поллитровые колбы (Громов, 1957). В последнее время во Франции как тару для субстрата, в котором проводится выращивание стерильного посадочного мицелия, используют полиэтиленовые мешочки (Ранчева, 1965б). Влажность навоза составляет 55—60%. По данным Н. Г. Громова (1957), навоз занимает не более  $\frac{1}{3}$  поллитровой колбы: он расположен на дне колбы слоем 6—7 см. Р. Гендерс (Genders, 1969), наоборот, указывает, что литровые бутылки набивают навозом почти до самого верха.

Затем сосуды, наполненные субстратом, подвергают стерилизации: автоклавируют их в течение 1 ч под давлением 1,5—2 атм. Инокуляция стерильных сосудов с навозом производится в специальных, особо отведенных для этого помещениях. Содержимое пробирки с мицелием, развившимся из спор на питательной среде, переносят в сосуд с навозом — бутылку или колбу. Инокулированные сосуды помещают в термостат или термостатную комнату, где выдерживают при температуре 21° С (Genders, 1969) или 22—25° С (Громов, 1957) до тех пор, пока весь субстрат не зарастает мицелием. Обычно процесс зарастания длится 25—35 дней. Когда он начинается, температуру снижают до 18—20° С (Громов, 1957). Полученный в колбах или бутылках мицелий первого засева обычно используется для массового производства посадочного мицелия. По Р. Гендерсу (Genders, 1969), мицелий из первой серии бутылок идет на инокуляцию следующей серии. По Н. Г. Громову (1957), из поллитровых колб грибницу пересаживают

в 2—3-литровые широкогорлые стеклянные банки, наполненные конским навозом на  $\frac{2}{3}$  (15—20 см). При набивке банок в центре субстрата колышком делают отверстие диаметром около 3 см и глубиной 10—15 см. Затем банки с навозом стерилизуют и производят их инокуляцию предварительно измельченной грибницей из

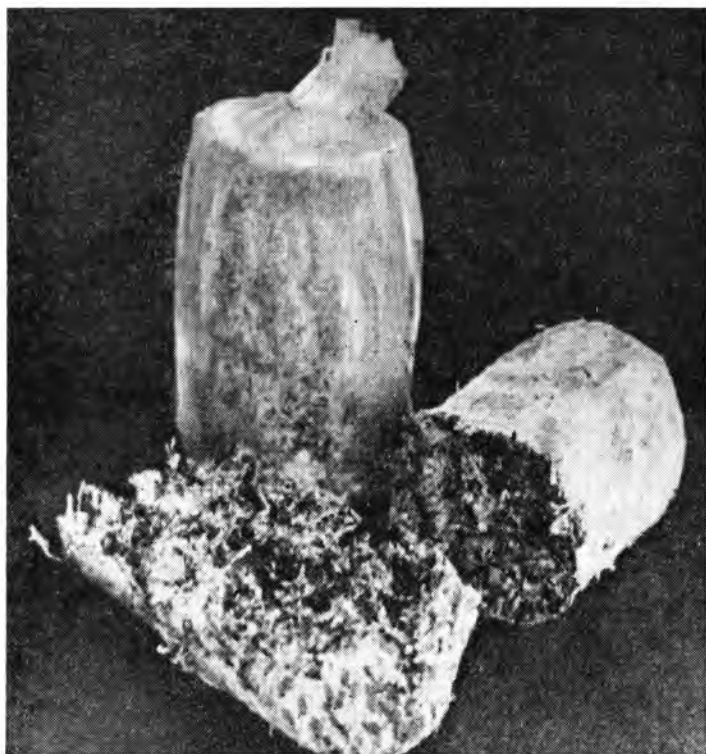


Рис. 6. Посевной мицелий шампиньона, выращенный на конском навозе.

колб, помещая инокулюм в центральное отверстие. Инкубация производится в термостатной комнате с температурой 18—20° С. При таких условиях для полного зарастания субстрата в банке необходимо 40—50 дней. После того как получено второе поколение стерильного спорового мицелия, его можно непосредственно использовать для посадки в шампиньонные грунты или хранить некоторое время (несколько месяцев). При хранении следует помнить об обязательном поддержании температуры в пределах 0—3° С. Если это условие соблюдается, грибница не теряет качеств, присущих данному штамму.

Такой стерильный посадочный мицелий, часто называемый навозным из-за субстрата, на котором он выращивается, можно полу-





Рис. 7. Зерновой мицелий шампиньона двуспорового.

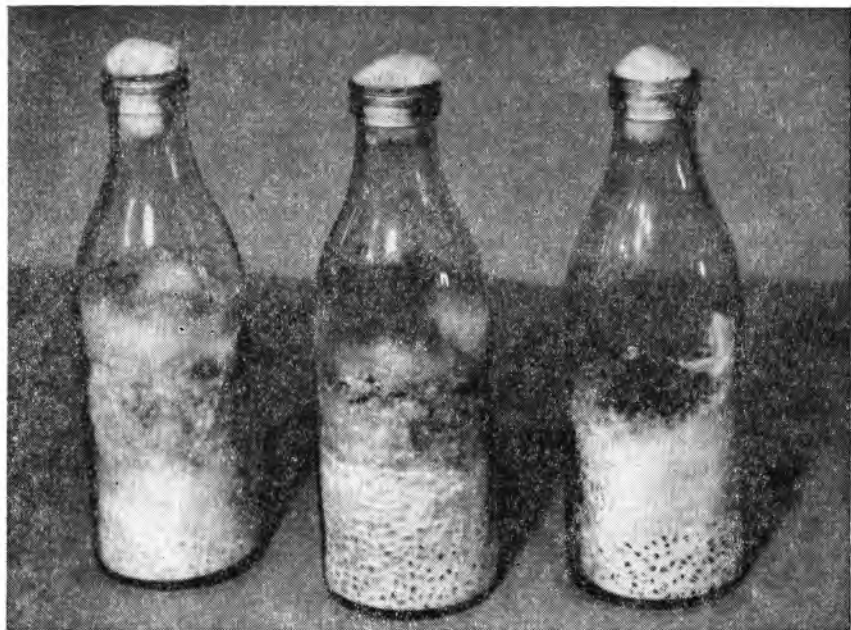


Рис. 8. Зерновой мицелий вешенки обыкновенной.

чать в двух формах — влажной (55—80% влажности) и сухой (10—15% влажности). По данным Цв. Ранчевой (1965б), влажный мицелий готовят в виде кусков массой 500 г, а сухой — 250 г. Влажный мицелий практически невозможно долго хранить: даже в специальном помещении с низкой температурой срок хранения не должен превышать 2—3 дней. Он начинает расти сразу же после помещения в шампиньонный грунт и в результате дает выигрыш в несколько дней, обеспечивая более быстрое появление урожая, чем при посеве сухим мицелием (Genders, 1969).

В 30-е годы все страны, занимающиеся разведением шампиньонов, вполне успешно получали стерильный посадочный мицелий на навозе, однако во многих исследовательских лабораториях шел поиск других, более оптимальных и перспективных субстратов для выращивания стерильного посадочного материала. В результате Д. В. Синденом (Sinden, 1932) было запатентовано в качестве субстрата для выращивания стерильного мицелия шампиньонов зерно различных культурных злаков, в первую очередь пшеницы, ржи и ячменя (рис. 7). В настоящее время методика приготовления зернового мицелия успешно применяется при выращивании и других съедобных грибов, в частности вешенки обыкновенной (рис. 8) (Дудка, Шепя, Вассер та ін., 1976а).

Способ получения зернового мицелия детально описан Г. Лемке (Lemke, 1972) и заключается в следующем:

1. К 10 кг зерна пшеницы или овса, ржи, проса добавляют 15 л воды; смесь варят в течение 15—20 мин на слабом огне.

2. Воду после варки сливают через решето, зерно высушивают «поверхностно», затем добавляют 120 г гипса и 30 г мела. Эти добавки регулируют pH среды, выполняя роль буфера. Кроме того, гипс предотвращает (Столлер, 1956) склеивание зерна, способствуя лучшей аэрации субстрата.

3. Зерно засыпают в сосуды (1-литровые молочные бутылки или 1—2—3-литровые банки, колбы). Наиболее удобными для выращивания мицелия являются 1-литровые бутылки. Субстрат должен занимать не более  $\frac{2}{3}$  сосуда. В 1-литровые бутылки засыпают обычно 350—400 г зерна. Сосуды закрывают ватными пробками и автоклавируют.

4. Стерилизацию субстрата проводят при температуре 121° С и давлении 1 атм в течение 1,5 ч. После автоклавирования pH среды должен быть 6,5—6,7.

5. Субстрат охлаждают до температуры посева (ниже 30° С).

6. Посев производят стерильным основным мицелием, выращенным в пробирках на агаризованной среде. Перед пересадкой пробирки слегка нагревают над пламенем газовой горелки. При подогревании среда отстает от стекла и соскальзывает к повернутому вниз отверстию пробирки в сосуд с субстратом.

7. Мицелий, прорастая, пронизывает питательный субстрат в инкубационной камере при соответствующей контролируемой температуре и влажности. Оптимальной для его роста является температура 22—25° С, повышение температуры до 35° С уничтожает мицелий (Zadrazil, Schneidereit, 1972). Относительная влажность воздуха должна равняться 60%.

8. Через 7—10 дней после посева мицелия на зерновой субстрат содержимое сосудов необходимо встряхивать. Это предотвращает склеивание зерна и ускоряет рост мицелия.

9. Через 3—4 дня после посева или же после встряхивания может появиться инфекция (при нарушении стерильности во время посева или при встряхивании может произойти всасывание воздуха с болезнетворными микроорганизмами). Поэтому питательный субстрат следует систематически проверять на наличие инфекции.

10. Через 3—4 недели после посева мицелий готов к употреблению.

11. До высева полностью проросший мицелий хранят в холодильнике или в холодильной комнате при 2° С.

В настоящее время чаще других в качестве субстрата используется зерно ржи (Genders, 1969). Это объясняется не только его питательной ценностью, но и формой зерновки, которая у ржи легкая и узкая. В одном и том же объеме зерен ржи вдвое больше, чем, например, зерен пшеницы. Тем не менее Р. Гендерс (Genders, 1969) приводит примеры, когда на зернах пшеницы образуется большее количество мицелия, чем на зернах ржи. Сторонники зернового субстрата видят в нем множество преимуществ по сравнению с невозможным: легкость обработки; большее содержание питательных веществ (даже на грядках зерно служит дополнительным источником питания для мицелия); большее количество очагов инокуляции, которым, по сути, является каждая зерновка (Столлер, 1956). Особые перспективы открывает использование зерна хлебных злаков в качестве субстрата для выращивания мицелия шампиньонов в отношении механизации трудоемких процессов шампиньоноводства (возможность посадки зерен с мицелием рядовым и гнездовым способами). Известную выгоду представляет собой посадочный мицелий на зерновом субстрате и при так называемом сплошном инокулировании шампиньонного грунта, когда зерна разбрасывают по поверхности гряд. При этом верхнюю часть компоста раз-

гребают, чтобы зерна могли попасть глубже, а затем поверхность снова закрывают снятой частью компоста и утрамбовывают. При таком способе посева часть зерен с мицелием расположена выше остальной, большей их массы, что обеспечивает первую волну появления плодовых тел, которая на несколько дней опережает последующие (Genders, 1969).

Следует отметить, что зерно как субстрат и образующийся на нем зерновой мицелий имеют и определенные недостатки как экономического, так и биологического плана. Это, во-первых, более высокая себестоимость зернового мицелия по сравнению с навозным; во-вторых, зерно, посеянное вместе с мицелием в гряды, привлекает грызунов, которые выедают его и заодно разрушают гряды; кроме того, зерновой мицелий менее устойчив к аммиаку, выделяющемуся из шампиньонного грунта (Stoller, 1945). Таким образом, зерновой субстрат, будучи во многих отношениях более благоприятным и для развития мицелия, и для ведения шампиньонного хозяйства, в то же время не является идеальным.

Поиски новых, более дешевых, удобных, легко доступных субстратов, а также разработка способов оптимизации старых общепризнанных субстратов продолжались и после введения в практику шампиньоноводства зернового мицелия. Так, Г. К. Реттью (Rettew, 1934) предложил использовать в качестве субстрата для выращивания стерильного посадочного мицелия рубленые стебли табака — дешевый источник азота, столь необходимого для интенсивного роста мицелия *Agaricus bisporus*. Способ получения посадочного материала на этом субстрате практически не отличается от такового на навозе и на зерне (Genders, 1969). Непосредственно перед второй мировой войной одна из американских фирм наладила производство стерильного мицелия шампиньонов на измельченных стеблях табака и экспортировала его в Англию, где были получены хорошие урожаи шампиньонов. Однако мицелий на стеблях табака не приобрел такого распространения, как навозный или зерновой.

Ведутся исследования в направлении оптимизации старых традиционных субстратов — навоза и зерна — путем добавления к ним различных химических веществ. Известно, что для посева в шампиньонные грунты более предпочтительным является плотный белый, а не прозрачный мицелий. Показано, что получение плотного белого мицелия может быть достигнуто за счет добавления к зерну  $\text{CaCO}_3$  (Sinden, 1932), а к навозу — извести, а также солей алюминия, железа и марганца (Stoller, 1940). Менее эффективным оказывается добавление к навозу гипса (Pizer, 1937).

В некоторых странах проводятся опыты по улучшению промышленных и полупромышленных методов производства мицелия. На основании полученных данных была разработана методика приготовления активного мицелия (Huhnke, 1961; Huhnke, Sengbusch, 1960), нашедшая применение для производства мицелия различных видов съедобных грибов. Как указывает Ф. Задражил (Zadrazil, 1974b), этот способ является особенно рентабельным для небольших

предприятий, которым приходится платить высокие цены за мицелий.

Для получения активного мицелия используют субстрат О.Тилля (Till, 1962). Ф. Задражил (Zadrazil, 1974b) рекомендует в качестве субстрата солому пшеницы, смесь мелкой соломенной сечки и соломенного шрота в соотношении 1 : 1; мицелий перед посадкой на эти субстраты измельчают с помощью обычной мельницы-дробилки. Для сокращения сроков проращивания мицелия часть пророщенного субстрата рекомендуется использовать как «грибницу» для последующей культуры (Lelley, 1974). Этот способ был применен на специализированных предприятиях, где культивирование мицелия ведется в полиэтиленовых мешках, наполненных субстратом. После окончания фазы проращивания около 10% содержимого с высококачественным мицелием вынимают и помещают в мешки для следующей культуры. Потом содержимое этих мешков смешивают с новым субстратом. Таким образом достигается соотношение мицелия и субстрата 1 : 9, что позволяет сократить сроки проращивания мицелия на 30%. Благодаря этому способу удается делать до пяти культурооборотов, используя часть пророщенного субстрата для последующей культуры, без снижения урожайности и поражения субстрата болезнями и вредителями. Активный мицелий можно хранить в закрытых мешках, как и мицелий на зерне.

Описанный метод имеет такие преимущества: 1) при замене активным мицелием относительно дорогого зернового расход мицелия на одном производстве уменьшается в 10 раз; кроме того, часть активного мицелия можно использовать для получения последующей культуры, что также уменьшает производственные затраты; 2) укорачивается первая стадия выращивания грибов за счет быстрого пронизывания субстрата активным мицелием; 3) урожай созревает на неделю раньше, чем при использовании мицелия на зерновой основе; в качественном отношении он остается неизменным.

Как отмечают В. Хунке, Г. Лемке и Р. Сенгбуш (Huhnke, Lemke, Sengbusch, 1967), способ, разработанный О. Тиллем, способствовал значительному повышению урожайности. Согласно этому способу, субстрат готовят стерильно, посев и прорастание мицелия происходят в абсолютно стерильных условиях. Урожай грибов составляет более 40% массы субстрата. Но для практики этот способ оказался очень дорогостоящим, так как требует абсолютно стерильных условий работы, чего очень трудно достичь.

Недавно был разработан ферментативный способ выращивания грибов (Huhnke, 1972). Субстрат О. Тилля при этом нагревают до 100° С (частичная стерилизация), после чего высеваются особые термофильные микроорганизмы и благодаря дальнейшему контролируемому процессу ферментации в субстрате создается антибиотическое действие на микроорганизмы, конкурирующие с культивируемыми грибами. В дальнейшем такой ферментативный субстрат можно обрабатывать в открытых нестерильных резервуарах. В ферментативном субстрате рост мицелия гриба ускоряется. Урожай

составляет 25—30% массы субстрата. Время созревания урожая меньше, чем при других способах.

Полагают, что в будущем можно будет создать непрерывный способ получения мицелия, когда при определенных условиях достаточно будет нагревания до  $100^{\circ}\text{C}$  без давления, поскольку главным при нагревании является не тотальное уничтожение всех спор, а в первую очередь спор мицелия конкурирующих грибов. Прорастание оставшихся спор можно предотвратить при последующей ферментации. Этот процесс проводится во вращающихся барабанах с жидким кожухом. Дальнейший рост может происходить в других вращающихся барабанах с оптимальными условиями для роста мицелия.

Улучшенные технологические возможности получения мицелия новым ферментативным способом способствуют рационализации и рентабельности, что обуславливает удешевление мицелия. Несомненно, что получение мицелия ферментативным способом является очень перспективным, но для его применения в промышленном масштабе необходимо еще много работать над улучшением технологии производства.

В исследовательских лабораториях многих стран шел поиск более оптимального и перспективного материала для выращивания стерильного посадочного мицелия. В результате опытов с использованием смесей органических и неорганических веществ установлено, что минерал перлит<sup>1</sup> является подходящим структурообразующим материалом питательного субстрата для выращивания мицелия. Перлит — это зернистый кварц, расширяющийся при температуре более  $1000^{\circ}\text{C}$ . Этот минерал, являясь исходным стерильным материалом, в чистом виде не может быть питательной средой для бактерий или грибов. При автоклавировании он своих свойств не изменяет, с другими веществами химически не соединяется и имеет нейтральную реакцию. Открытые ячейки отдельных зерен перлита (1,5 мм в диаметре) создают колоссальную поверхность, обладающую способностью поглощать воды в 3—4 раза больше собственной массы, тогда как внутрь через замкнутые клетки вода не проникает. Пшеничные отруби, используемые в качестве питательного субстрата, облепляют зерна перлита как оболочки, так что гифы мицелия хорошо прилипают к их поверхности, но внутрь зерен перлита проникнуть не могут. Пористость и хорошая водопроницаемость такого питательного субстрата обуславливают обильный рост мицелия на нем.

Для выращивания мицелия на перлитовой основе Г. Лемке (Lemke, 1971) предложила смесь такого состава: 1450 г перлита, 1650 г пшеничных отрубей, 200 г гипса ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), 50 г отмученного мела ( $\text{CaCO}_3$ ), 6650 мл водопроводной воды. После автоклавирования этой смеси рН среды не должен превышать 6,2—

---

<sup>1</sup> В СССР перлит предложен и испытан для этих целей А. З. Яковенко (авт. свид. № 161468, приоритет от 7.1.1963 г.).



6,4. Через 3—4 недели после заражения смеси агаровой культурой и выдерживания при 22° С и 60%-ной относительной влажности воздуха мицелий готов к употреблению. Полученный на перлите мицелий может сохраняться при температуре 3—5° С в течение 2 лет, не утратив своей активности (Lemke, 1971, 1972).

В настоящее время для грибоводства в связи с механизированным разбросом мицелия необходимо, чтобы он обладал хорошей рассыпчатостью и способностью к распределению в культивационном субстрате. Перлитовый и зерновой мицелий соответствуют этим требованиям, так как благодаря гранулированному состоянию легко рассыпаются и распределяются по поверхности. По сравнению с зерновым мицелием величина гранул перлитового значительно меньше, поэтому при равном объеме во втором случае активная площадь, занимаемая мицелием, значительно больше, что является преимуществом перлитового мицелия.

Еще одним положительным свойством перлита является хорошая смешиваемость с пшеничными отрубями, гипсом, мелом и водой. Кроме того, при приготовлении перлитового мицелия отсутствует необходимый при приготовлении зернового мицелия процесс варки и пропаривания, что упрощает и удешевляет его производство.

Следует, однако, отметить, что в перлитовом субстрате указанного выше состава мицелий образуется менее плотный, чем на пшеничной основе. Перлитовый мицелий более чувствителен к недостатку питательных веществ в субстрате. Для увеличения их количества были сделаны попытки смешивания перлита с пшеничным шротом и добавками растительных масел.

Завершая обзор субстратов, применяющихся в настоящее время для выращивания стерильного посадочного мицелия шампиньонов, нельзя не остановиться на попытках получения мицелия этих грибов в погруженной культуре с целью использовать его как посадочный материал методом опрыскивания шампиньонных гряд (Humfeld, 1948). Многократные опыты Х. Гумфельда по опрыскиванию компостов жидкой культурой не дали положительных результатов. Мицелий очень быстро развивался на поверхности шампиньонного грунта, образуя буквально на следующий день после опрыскивания сплошной белый налет, однако вскоре он полностью исчезал и плодовые тела не развивались. Таким образом, необходимы дальнейшие углубленные исследования перспектив получения посадочного материала шампиньонов в погруженной культуре. На данном же этапе основным посадочным материалом служит стерильный многоспоровый или моноспоровый мицелий, выращенный на различных твердых субстратах, наиболее распространенными из которых являются зерно и навоз.

Стерильный споровый мицелий, как показали сравнительные опыты по урожайности разных типов мицелия, — наиболее высококачественный посадочный материал. В отличие от дикорастущего, а тем более от освоенного мицелия он характеризуется значительной стабильностью таких признаков, как урожайность, жизнеспособ-

способность, устойчивость к болезням и вредителям. Учитывая все особенности стерильного спорового мицелия, шампиньоноводческие хозяйства во всем мире, в том числе и в СССР, пользуются только этим типом грибницы и еще одной ее разновидностью, так называемой споровой размноженной грибницей. Последнюю грибницу получают, размножая в шампиньонных грунтах стерильный спорový мицелий.

Гряды для получения споровой размноженной грибницы закладывают обычно в прохладных помещениях — подвалах, овощехранилищах, так как выращивают эту грибницу обычно летом, в связи с чем и возникает необходимость защитить ее от высоких температур. Закладка грунтов и посев стерильного спорового мицелия производится во второй половине мая — середине июня. Для располагающихся на полу широких гряд отбирают наиболее доброкачественный навоз с соломой, кладут его слоем толщиной 30—35 см и трамбуют до тех пор, пока высота слоя не уменьшится до 15—20 см. Посадку стерильного спорового мицелия производят в ямки на расстоянии 20—25 см одна от другой. Для поддержания влажности гряды равномерно поливают (2 л воды на 1 м<sup>2</sup> грунта). Когда мицелий пронизывает весь грунт, отделяют куски размером до 15 см (при этом отламывают навоз, не проросший гифами гриба, старые усохшие куски грибницы и т. д.); затем их сушат и хранят до использования в прохладном сухом помещении.

Н. Г. Громов отмечает, что споровая размноженная грибница, хотя и является производной от стерильного спорового мицелия, однако не выдерживает сравнения с последним ни по урожайности, ни по устойчивости к болезням, ни по ряду других признаков. Поэтому споровую размноженную грибницу применяли в нашей стране в довоенные годы, когда производственная мощность лабораторий по производству стерильного спорового мицелия была явно недостаточной для того, чтобы обеспечить таким посадочным материалом шампиньонные хозяйства ряда республик. В настоящее время лаборатории совхозов «Заречье» (Москва) и «Тепличный» (Кишинев) представляют собой современные микробиологические производства, однако они не вполне удовлетворяют спрос, предъявляемый колхозами, совхозами и овощными фабриками страны на стерильный спорový мицелий. Эти две лаборатории выпускают как навозный, так и зерновой мицелий. В нашей стране в качестве посадочного материала для выращивания шампиньонов в подавляющем большинстве хозяйств используется стерильный спорový мицелий.

## ХРАНЕНИЕ МИЦЕЛИЯ

В настоящее время в грибоводстве в основном используют мицелий, приготовленный на зерне пшеницы, ржи или проса. Для производства зернового мицелия используют пшеницу мелкозернистую с высоким содержанием клейковины, зерно которой после 20-минутного кипячения смешивают с гипсом и измельченным мелом, затем автоклавируют в течение 1,5 ч при температуре 124° С и дав-

лении 1,3 атм. После стерилизации рН субстрата должен быть равен 6,5—6,7. Инокулированные зерна выдерживают в стерильных условиях в инкубаторе при 22° С и относительной влажности 60% в течение 2—3 недель, пока мицелий не будет готов к употреблению. Затем мицелий переносят в холодильное помещение и хранят при 2° С. Если хранение производится при более высокой температуре, например комнатной (22° С), и относительной влажности воздуха около 60%, мицелий продолжает расти и плотно опутывает гифами зерновую основу. Таким образом, для сохранения высоких качеств мицелия и предотвращения его преждевременного старения надо задерживать рост мицелия.

Существуют два способа хранения мицелия: холодное хранение и хранение при помощи жидкого азота. При решении вопроса о хранении мицелия важно выяснить следующие аспекты: 1) длительность хранения зернового мицелия; 2) факторы, влияющие на его сохранность; 3) критерии оценки пригодности мицелия для употребления.

Пригодность к употреблению при холодном хранении устанавливают с помощью пробных инокуляций. Через определенные промежутки времени из холодильника берут мицелий на зерновом субстрате, встряхивают и инокулируют им стерильный субстрат в 1-литровых сосудах. Субстрат инкубируют при температуре 22° С. Через 5—8 дней производят оценку скорости роста, внешнего вида и запаха мицелия.

Результаты опытов показали, что для оценки скорости роста достаточно одной контрольной инокуляции стерильного субстрата хранившимся мицелием после основательного встряхивания.

Кроме пробных инокуляций существуют другие простейшие способы определения пригодности мицелия для дальнейшего использования. Обычно зерновой субстрат хорошо пронизан гифами мицелия. Однако если хранившийся мицелий из каждой партии сильно встряхнуть и оставить на 3—4 дня при температуре 20—22° С, разница будет видна отчетливо. У активного мицелия после встряхивания начинается быстрый рост, а у испорченного, непригодного к употреблению, роста не наблюдается, зерна оголены и имеют бурый оттенок. Вторым признаком непригодности хранившегося мицелия является ясно ощутимый через пробку кислый запах брожения (здоровый мицелий обычно имеет грибной запах). Величина рН свежеприготовленного мицелия равна 6,4—6,7, а старого с кислым запахом — ниже 6,0, в некоторых случаях даже ниже 5,0. Поскольку в описанных выше опытах использовался стерильный мицелий и при повторных стерильных тестах не было обнаружено бактерий, то, вероятно, подобный внешний вид или наличие кислого запаха у мицелия при хранении вызывается продуктами обмена веществ самого мицелия. В результате холодного хранения мицелий становится особенно чувствительным к спиртам, и эта чувствительность возрастает с увеличением срока хранения (Stoller, 1962). Исследования продуктов обмена веществ мицелия и их вли-

яния на длительность хранения мицелия были проведены рядом авторов (Lockard, Kneebone, 1962; Tschierpe, Sinden, 1965), однако этот вопрос остается пока открытым.

На сохранность мицелия влияют такие факторы, как вид зернового субстрата, величина сосудов, количество субстрата и проветривание. Установлено, что на высококлеяковинном зерне сохранность мицелия самая низкая. У просяного мицелия сохранность выше, чем у пшеничного. При этом мицелий на стерильном субстрате *O. Тилля* может храниться в холодильнике в течение года и более при температуре 2—5° С. Величина сосудов и количество зерен имеют второстепенное значение при условии одинакового соотношения между объемом сосудов и их наполнением. Одним из наиболее важных факторов является аэрация мицелия. При недостаточной аэрации мицелий может повреждаться, так как затруднен обмен воздуха и в результате замедляется пронизывание субстрата гифами. Особое значение имеет аэрация сосудов с мицелием с момента взятия их из холодильника до инокуляции субстрата.

В последнее время для предотвращения вегетативного роста мицелия успешно используется жидкий азот (San Antonio, Shuh-Wei-Hwang, 1970). Исследовалось влияние срока хранения маточной культуры в жидком азоте на продуктивность и качество последующей культуры. Определено действие защитного агента на жизнеспособность мицелия при длительном хранении. Замена защитного агента диметилсульфоксида глицерином в период замораживания оказала более благоприятное влияние на сохранность мицелия.

Перед хранением мицелий выдерживают при температуре 5° С в течение 1—7 суток. Затем в 1—2-миллиметровые стеклянные ампулы помещают по шесть — восемь зерен, покрытых мицелием, и добавляют 0,5 мл суспензионной среды. Перед замораживанием помещенные в ампулы зерна с мицелием выдерживают при комнатной температуре в течение 1 ч. Замораживание производится медленно, по технологии, обеспечивающей контроль за процессом охлаждения. Замороженные культуры хранят в рефрижераторе с жидким азотом при температуре от —160 до —196° С. Для восстановления замороженного мицелия ампулы держат в водяной бане при 38° С до тех пор, пока не исчезнут последние следы льда. Для этого требуется немного более 1 мин.

Рост мицелия всех сортов грибов определяют до хранения и после него. Для этого одно зерно с мицелием культуры помещали в чашку Петри с агаризованной средой. Жизнеспособность и силу роста оценивали по данным роста в чашках Петри и по результатам урожайности. Для определения урожайности были использованы 36 ампул после хранения их в рефрижераторе с жидким азотом. Содержимое каждой ампулы использовали для инокуляции одной мицелиальной культуры. Для выгонки мицелия требуется 21 день. Применяемая методика позволила сравнить жизнеспособность и силу роста мицелия до и после хранения в рефрижераторах с жидким азотом. Установлено, что рост мицелия, хранившегося в таких

условиях в течение года, был почти таким же, как и до хранения.

Таким образом, использование жидкого азота можно считать реальным способом для сохранения культуры гриба, обеспечивающим минимальные генетические изменения мицелия. Преимущество нового способа состоит в том, что он позволяет обходиться без обязательного для современной практики периодического восстановления маточной культуры. При хранении этим способом изменчивость свойств мицелия незначительна, поэтому легко обеспечивается сохранность морфологических и биохимических мутационных форм. Поскольку в настоящее время еще мало изучены природа и пути распространения болезней и отклонений от нормы в развитии мицелия, новый способ хранения в жидком азоте сведет к минимуму появление указанных факторов. Приведенные данные свидетельствуют о том, что использование жидкого азота для хранения мицелия представляет большую ценность как для исследовательской работы, так и для производства мицелия.

#### **АППАРАТУРА И ОБОРУДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МИЦЕЛИЯ**

Для выращивания мицелия в экспериментальной лаборатории необходимо иметь такое оборудование: автоклавы, термостаты, перегонный куб, лабораторный стол, вытяжной шкаф, весы, микроскоп, рН-метр, холодильники, психрометр, газовые горелки, посуду (пробирки, колбы, чашки Петри, емкости для приготовления биосубстрата), ультрафиолетовые лампы.

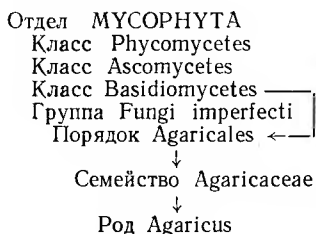
Лаборатория включает как минимум пять помещений: автоклавную комнату, подготовительную комнату, бокс (для посева в стерильных условиях), инкубационное помещение, холодильную комнату (для хранения мицелия).

Для производства мицелия в промышленных масштабах также необходима специально оборудованная лаборатория, состоящая из предлабораторного помещения, подготовительного отделения, стерильной шлюзовой камеры, лаборатории, стерильного и инкубационного помещений, холодильной камеры.

В предлабораторном помещении должны находиться: лабораторный стол, бактериологический термостат, стерилизатор, стол для весов, одночашечные лабораторные весы, пластинчатый вытяжной шкаф, бинокулярная лупа, рН-метр, перегонный куб, влагомер, ультрафиолетовая лампа с подставкой, автоклав с двойным кожухом, лабораторная посуда; в подготовительном отделении: варочная машина, бункер для хранения биосубстрата, вспомогательные приспособления, площадка, бункер для рекуперации, пневматическое подъемное устройство с кондиционером, компрессор, сито, вакуум-насос, автоклав с программируемым циклом, стерилизационные подставки,

стерилизационные тележки, рельсовые тележки; в с т е р и л ь н о й  
ш л ю з о в о й к а м е р е: воздушный душ и устройство для  
ультрафиолетового излучения; в л а б о р а т о р и и: биологи-  
ческий термостат, лабораторный стол, пластинчатый вытяжной  
шкаф, ультрафиолетовая лампа на подставке, лупа, устройство  
для ультрафиолетового излучения, стол, мелкое оборудование;  
в с т е р и л ь н о м п о м е щ е н и и: охладительная батарея с  
термостатом, фильтрационная батарея с вентиляторами, устройства  
для ультрафиолетового излучения; в и н к у б а ц и о н н о м п о -  
м е щ е н и и: тепловая батарея с регулятором, увлажнитель и  
устройства для ультрафиолетового излучения; в х о л о д и л ь -  
н о й к а м е р е: холодильная установка (для хранения сортового  
мицелия).

## ШАМПИНЬОН ДВУСПОРОВЫЙ

СИСТЕМАТИКА, ПРОИСХОЖДЕНИЕ, МОРФОЛОГИЯ,  
ЭКОЛОГИЯ, БИОЛОГИЯМесто рода *Agaricus* в системе грибов

Вопрос о видовой принадлежности культивируемого шампиньона достаточно труден. В настоящее время в культуре преобладает шампиньон двуспоровый, четырехспоровые виды встречаются крайне редко. Начиная с работ Э. Фриза (1821), в микологической литературе упоминалось, что грибы рода *Agaricus* (*Psalliota*) употребляются в пищу. О том, какой именно вид культивируется, данных не было. Впервые М. К. Кук (Cooke, 1884—1886) отмечает, что у *A. campester* имеется культивируемая разновидность. Культивируемый шампиньон получает свое первое название — *A. campester* var. *hortensis* Ske; о количестве спор на базидии не сообщается. Затем П. А. Саккардо (Saccardo, 1887) отмечает, что вид *A. campester* культивируется, причем выращиваются различные формы, чаще буроватого цвета, под названием *A. hortensis* и *A. vaporarius*. Я. Е. Ланге (Lange, 1926) выделил из вида *A. campester* новый вид — *A. hortensis* Ske emend. J. Lge — с грязноватой или коричневатой шляпкой и наличием краевых цистид (в отличие от *A. campester* с белой шляпкой и отсутствием краевых цистид). Таким образом, разновидность *A. campester* var. *hortensis* Ske была возведена Я. Е. Ланге в ранг вида. В рамках этого нового четырехспорового вида Я. Е. Ланге выделил культивируемый шампиньон как двуспоровую разновидность *A. hortensis* var. *bisporus* J. Lge. В 1939 г. Я. Е. Ланге приравнял эту разновидность к виду *A. hortensis* Ske sensu J. Lge, исключив из него четырехспоровые формы. Культивируемый двуспоровый шампиньон, объединенный с дикорастущим двуспоровым шампиньоном, стал самостоятельным видом, существующим в двух формах: *albida* — с беловато-сероватой шляпкой и *avellanea* — с коричневатой шляпкой. Ю. Шеффер и Ф. Меллер (Schäffer, Moëller, 1938) описали шампиньон двуспоровый,

указав на вариабельность окраски шляпки от грязно-белой до коричневой, под названием *Psalliota bispora* (J. Lge) J. Schaeff. et Moell. Е. Г. Имбах (Imbach, 1946) восстановил прежнее родовое название и дал грибу наименование *Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach. В настоящее время этого названия придерживается большинство систематиков-микологов, объединяя в один вид культивируемый и дикорастущий двуспоровые шампиньоны (Singer, 1962). Исключение составляет А. Пилат (Pilat, 1951), который считает, что существуют два двуспоровых вида шампиньона: *A. hortensis* (Cke) Pil. — с белой или грязно-белой шляпкой, идентичный *P. hortensis* f. *albida* J. Lge, который в основном и культивируется, и *A. bisporus* (J. Lge) Pil. с коричневой шляпкой, реже встречающийся в культуре. Однако экспериментальные исследования (Wahl, 1950) с белыми и коричневыми формами дикорастущего и культивируемого шампиньона подтвердили, что они очень близки по физиологическим свойствам и биологии. Проявление изменчивости в окраске шляпки отмечается у этого вида как в природе, так и в условиях культуры (Bohus, Heltay, Wonnesh, 1954; Bohus, 1960; Bohus, Koronczy, Uzonvi, 1961). На основании этих данных можно считать, что шампиньон двуспоровый — культивируемый и дикорастущий — существует как один самостоятельный вид *A. bisporus* (J. Lge) Imbach (Гарибова, 1970).

Все изложенное выше позволяет подойти к рассмотрению вопроса о происхождении культивируемого шампиньона. В течение длительного времени предполагали, что в культуре находится четырехспоровый вид *A. campester*, который широко распространен в природе. Поскольку первоначально посадочный материал — грибницу брали из естественных мест обитания шампиньона, это предположение казалось вполне обоснованным. В 1906 г. было установлено, что шампиньон, находящийся в культуре, в отличие от дикорастущего *A. campester* имеет на плодовых телах двуспоровые базидии (Atkinson, 1906). В результате этого открытия стали считать культивируемый шампиньон разновидностью дикорастущего четырехспорового вида, а несколько позже выделили его в самостоятельный двуспоровый вид. Распространилось мнение, что двуспоровый вид произошел от дикорастущего четырехспорового *A. campester* путем энзиматического приспособления в процессе культивирования. При этом физиологические изменения вызвали и цитологоморфологические изменения: уменьшение числа спор в базидии (Lange, 1926; Kligman, 1943; Столлер, 1956). В настоящее время эта точка зрения окончательно отвергнута. *A. campester* по ряду существенных признаков значительно отличается от двуспорового культивируемого шампиньона. Во-первых, по экологическим признакам: *A. campester* растет на лугах в густой траве, в то время как четырехспоровые виды *A. subperonatus* (J. Lge) Sing., *A. bitorquis* (Quél.) Sacc., более близкие к культивируемому шампиньону, растут только на открытых унавоженных местах. Во-вторых, по физиологическим признакам: *A. campester* требует



иных условий для проращивания спор и не способен расти на ферментированном навозе — основном субстрате культивируемого шампиньона (Lambert, 1961).

Нахождение в природных условиях дикорастущего шампиньона двуспорового, его описание и экспериментальное изучение показали идентичность культивируемых и дикорастущих форм (Lange, 1939; Schäffer, Moeller, 1938; Wahl, 1950). На основании этих фактов была выдвинута и получила распространение гипотеза о происхождении культивируемого шампиньона от двуспорового дикорастущего вида (Lambert, 1961). И культивируемый, и дикорастущий шампиньон двуспоровый встречается в виде двух форм — коричневой и белой (для культивируемого шампиньона известна еще промежуточная кремовая форма). Ранее грибоводы широко использовали дикорастущую грибницу из мест, где произрастали различные виды шампиньона (преимущественно считалось, что это *A. campester*), получая из такой грибницы плодовые тела с двуспоровыми базидиями. Этот факт можно объяснить тем, что в природных условиях шампиньон двуспоровый подавлен, а в искусственной культуре получает наиболее благоприятные условия для развития.

Существует и другая гипотеза, исходящая из полифилетического происхождения культивируемого шампиньона. Согласно ей для ряда ныне существующих сортов культивируемого шампиньона исходными были близкие по экологическим требованиям четырехспоровые виды *A. subperonatus* и *A. bitorguis*, утерявшие в процессе культивирования стабильный признак четырехспоровости базидий (Singer, 1962). Известно, что у некоторых сортов культивируемого шампиньона признак двуспоровости не стабилен и в гимении встречаются наряду с двуспоровыми трех и четырехспоровые базидии (Cauley, 1936; Гарибова, 1964). Для другой группы сортов исходным мог оказаться дикорастущий двуспоровый шампиньон, с которым культивируемый сейчас объединяется в один вид (Гарибова, 1970).

Накопление новых данных и особенно работ по изменчивости и селекции этого вида, несомненно, даст новый материал для окончательного решения рассматриваемого вопроса.

Поскольку для селекционной работы с шампиньоном двуспоровым необходим дикорастущий материал, ниже приводим ключ для определения видов рода *Agaricus* из родства *A. bisporus* (секция *Diploannulatae* S. Wasser — Вассер, Гарибова, Мокеева, Укр. ботан. журнал, XXXIII, 3, 1976; с. 246—251), произрастающих в СССР.

**Ключ для определения видов рода *Agaricus*  
из родства *A. bisporus*, произрастающих в СССР**

1. Шляпка чаще всего светло-сероватая, коричневая, ножка выполненная, позже фистулезная . . . . . 2
- 1а. Шляпка чаще всего беловатая, светло-охристая, кожано-желтая, ножка выполненная . . . . . 3
2. Базидии 4-споровые. Растет в еловых лесах . . . . . *Agaricus subfloccosus* (J.Lge) Pil.

- 2а. Базидии 2-споровые. Растет в степях, на лугах, выпасах, садах, огородах . . . *Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach
3. Ножка с четко выраженными двумя кольцами, гладкая, волокнистая, запах и вкус приятный . . . . . *Agaricus bitorquis* (Quél.) Sacc.
- 3а. Ножка с перонатным кольцом (очень редко с двумя кольцами, при этом ниже всегда едва заметно), запах и вкус неприятный . . . . . 4
4. Шляпка 8—20 см в диаметре, серовато-коричневая, покрыта крупными отстающими окрашенными чешуйками . . . . . *Agaricus bernardii* Quél. ap. Cke et Quel.
- 4а. Шляпка 5—11 см в диаметре, светло-охристая, кожано-желтая, прижато-тонко-волокнисто-чешуйчатая . . . . . *Agaricus maleolens* (Moell.) Moell.

**Шампиньон двуспоровый** — *Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach  
 (син.: *Agaricus campestris* Fr. var. *hortensis* Cke, *Psalliota hortensis* Cke emend. J. Lge var. *bispora* J. Lge, *P. bispora* (J. Lge) Moell. et J. Schaeff., *A. campester* Fr. var. *bisporus* Kligman, *A. hortensis* (Cke) Pil., non ss. Pers. ex Fr., *P. hortensis* (Cke) J. Lge, *A. bisporus* (J. Lge) Pil.) (рис. 9—13).



Рис. 9. Шампиньон двуспоровый — *Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach, произрастающий в естественных условиях.

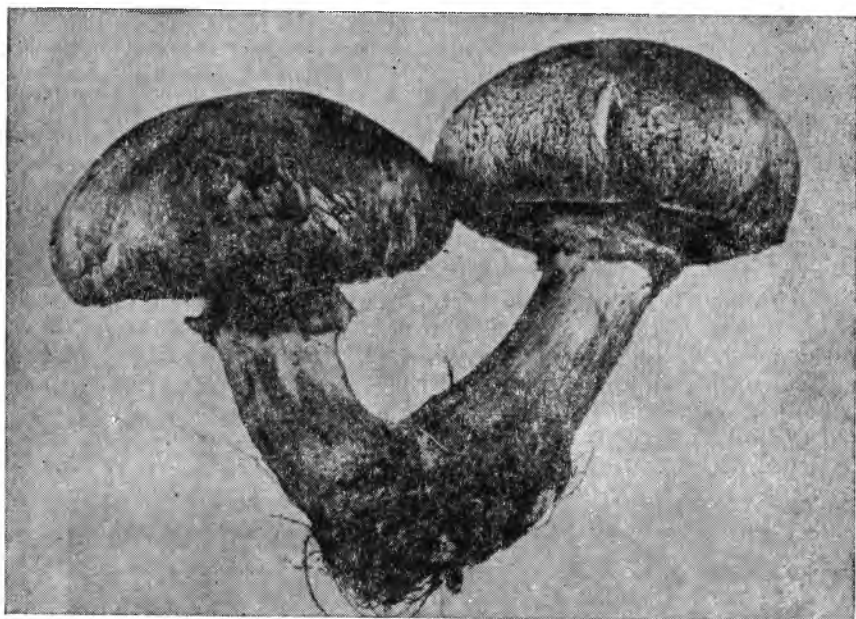


Рис. 10. Шампиньон двуспоровый, выращенный в культуре (коричневая форма).

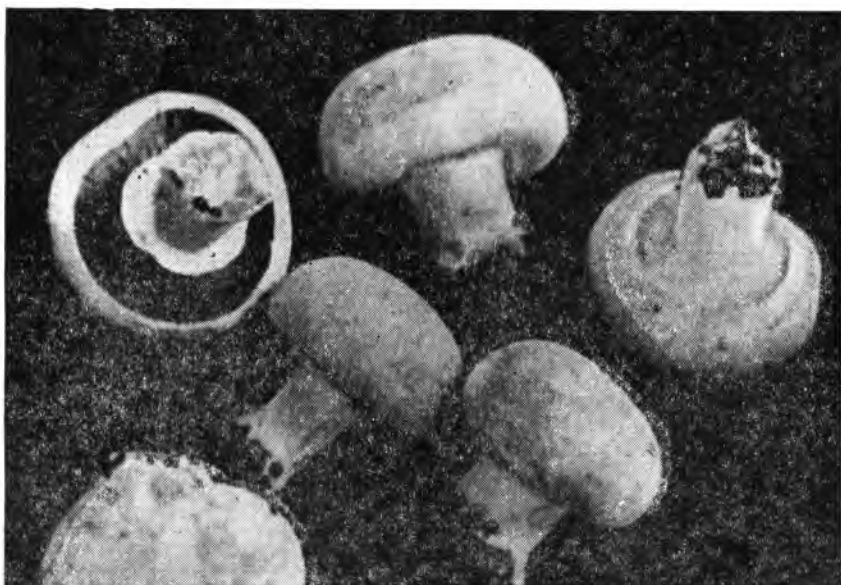


Рис. 11. Шампиньон двуспоровый, выращенный в культуре (белая форма).

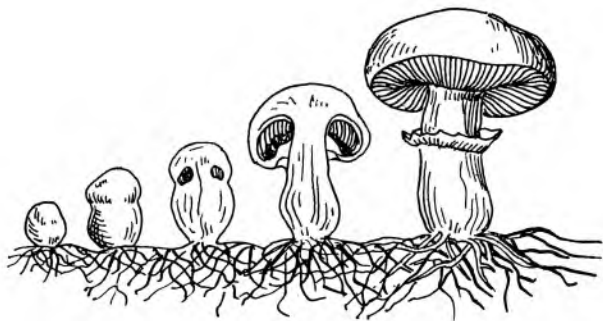


Рис. 12. Рост плодового тела шампиньона двуспорового.

**Ш л я п к а** 5—10 см в диаметре, толстомясистая, полукруглая, позже выпуклая, выпукло-распростертая, иногда в центре чешуйчатая, от беловатой до грязно-коричневой с различными оттенками (чаще серовато-коричневая), к краю светлее, при прикосновении окрашивается в красноватый цвет, прижато-волокнистая или прижато-чешуйчатая (чешуйки коричневатые, расположенные на светлом фоне), к краю часто чешуйчатость исчезает, с волокнистым тонким подвернутым, позже распростертым краем.

**П л а с т и н к и** свободные, тонкие, частые, с ровным стерильным краем, розовато-серые, позже с красноватым оттенком, затем темно-коричневые. Трама пластинок у молодых карпофоров правильная, позже неправильная.

**Н о ж к а** 3—6 × 1—2 см (длина ножки часто меньше диаметра шляпки), центральная, ровная, цилиндрическая, часто к основанию слегка суживающаяся (нередко в основании с белыми мицелиальными тяжами), выполненная, позже иногда фистулезная, плотная, беловатая, у шляпки слегка окрашенная в красноватый цвет, гладкая волокнистая, ниже кольца с хлопьевидным налетом, с перонатым, толстым (иногда более или менее тонким), отстающим, часто с раздвоенными краями, беловатым бороздчатым кольцом.

**М я к о т ь** белая, при автооксидации розовеет или слегка краснеет, с кислотным грибным запахом и вкусом. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.



Рис. 13. Строение плодового тела шампиньона двуспорового:

1 — шляпка, 2 — чешуйки, 3 — кольцо, 4 — ножка, 5 — остатки покрывала, 6 — пластинки.

Базидии двуспоровые,  $16-30 \times 6-8$  мкм, булабовидные (рис. 14). Стеригмы  $2-4$  мкм длиной. Хейлоцистиды  $20-45 \times 7-12$  мкм, многочисленные, широкобулабовидные, гиалиновые, иногда коричневатые. Плевроцистиды отсутствуют.

Споровый порошок темно-коричневый.

Спores  $5,5-7,5 (10) \times 4,9-5,5 (6)$  мкм (чаще всего встречаются споры  $6 \times 5$  мкм), светло-коричневые, широко-округло-

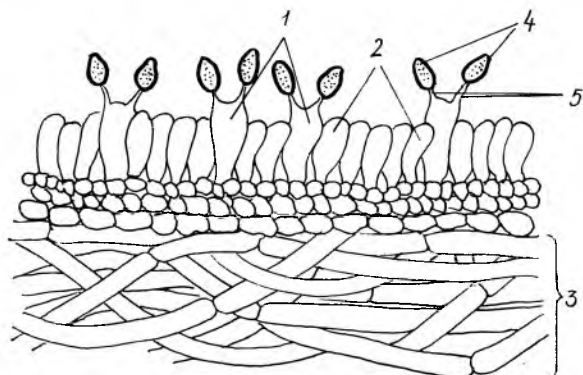


Рис. 14. Разрез через гимениальный слой пластинки шампиньона двуспорового:

1 — двуспоровые базидии, 2 — хейлоцистиды, 3 — trama, 4 — споры, 5 — стеригмы.

яйцевидные, округлые, с латеральным апикулюсом, гладкие, с флюоресцирующими каплями.

**Экология.** Растет в диком состоянии в заповедных целинных степях, в полезащитных лесополосах, на полянах лесов, на лугах, выгонах, в парках, садах, огородах, на кучах навоза, по обочинам дорог, на богатых гумусом почвах, чаще всего на открытых местах (Schäffer, Moeller, 1938; Lange, 1939; Moeller, 1950—1951; Pilat, 1951; Singer, 1951, 1962; Moser, 1967).

**Географическое распространение.** Космополит. Встречается на всех континентах земного шара, кроме Антарктиды. В СССР известен из европейской части, Кавказа, Восточной Сибири, Средней Азии.

## МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ ВЫСОКОУРОЖАЙНЫХ ШТАММОВ ШАМПИЊОНА ДВУСПОРОВОГО

При селекции культивируемого шампиньона применяют те же методы, которые приняты в микробиологии при селекции бактерий и плесневых грибов: селекция многоспоровых штаммов культивируемых сортов, селекция моноспоровых штаммов культивируемых сортов, гибридизация, использование в качестве источника для получения новых сортов дикорастущего шампиньона

двуспорового, использование мутагенных факторов в селекции шампиньонов.

В большинстве случаев эти методы основаны на отборе, производимом на фоне естественной изменчивости организма. Кроме того, выделены мутанты при воздействии на споры ультрафиолетовых и рентгеновских лучей, радиоактивных веществ, а также при химической и термической обработке спор. При помощи перечисленных методов получены высококачественные сорта. Например, широко распространены в Европе и Америке штамм 286 (ультрафиолетовое облучение моноспоровой культуры), штамм 310 (многоспоровая селекция) (Кнееbone, 1962) и т. д.

Об изменчивости плесневых грибов, изменчивости и расообразовании фитопатогенных грибов имеется много данных, о наличии же каких-либо рас у высших базидиомицетов почти нет сведений. Есть лишь предположения (Mathienson, 1946), что у шампиньона и других базидиомицетов существуют расы, обладающие различной физиологической активностью. Р. Д. Рабе (Raabe, 1966) обнаружил у *Armillariella mellea* (Vahl ex Fr.) Karst. существование различных типов мицелия. Отсутствие четких данных о наличии рас и изменчивости, в частности, у шампиньона осложняет его селекцию.

**Селекция многоспоровых штаммов.** В 1900 г. были разработаны методы проращивания спор культурного шампиньона и началось выращивание многоспорового стерильного мицелия. Это сделало возможным проведение отбора и сохранение лучших сортов.

Селекция многоспоровых штаммов получила широкое распространение и стала одним из основных методов выведения новых сортов шампиньона. Более 30 лет считали, что многоспоровая культура является единственным путем получения урожайных сортов шампиньона (Lambert, 1961). Установлено, что такие культуры хорошо воспроизводят характерные черты родительских форм, т. е. плодовых тел, от которых взяты споры. Если из одного спорового отпечатка (споры, осыпавшиеся с одного плодового тела) выделить несколько многоспоровых культур, то их свойства будут в основном сходными между собой и с родительской формой. Позже стало известно, что для закрепления какого-либо ценного признака достаточно получить несколько последовательных многоспоровых культур от родительских форм, обладающих этим признаком (Kligman, 1943; Heltay, 1956; Lambert, 1961). А. М. Клигмен предлагает вводить метод многоспоровых культур в том случае, когда желательно сохранить признак рода. Данные И. Хелтая (Heltay, 1956) подтверждают это. Он культивировал сорта, выведенные многоспоровым методом, которые в течение 30 лет сохраняли свои свойства.

Однако известны случаи, когда при использовании этого метода получали поколения, обладающие по сравнению с исходным сортом худшими свойствами (Bohus, Koronczy, Uzonyi, 1961). В целом накопленный опыт показывает, что передача и особенно закрепление желательных свойств у культивируемого шампиньона

недостаточно стабильны. Например, Э. Б. Ламберту, работающему с сортом Белоснежный, за многие годы культивирования лишь однажды удалось получить в результате многоспоровой селекции сорт с нужными стойкими признаками: с быстрым ростом мицелия, плотной мясистой шляпкой, короткой ножкой, быстрым созреванием плодовых тел, высокой урожайностью и с большой устойчивостью к заболеваниям. Однако при последующем размножении мицелия от абсолютно белых плодовых тел были получены плодовые тела и белые, и коричневые, и кремовые (Stoller, Stauffer, 1953).

Рядом исследователей (Heltay, 1956; Bohus, Uzoni-Latkoczky, 1962) описан метод выделения, испытания и сохранения многоспоровых штаммов. По этой системе в течение всего периода испытаний, состоящего из трех ступеней (опыты с горшечной культурой в лаборатории, испытания в опытных условиях в шампиньоннице и испытания в производственных условиях в больших масштабах), проводят наблюдения за урожайностью, качеством плодовых тел (размер, стойкость окраски, структуры ткани, быстрое или медленное раскрытие шляпки), устойчивостью к заболеваниям, приспособляемостью к изменениям условий культивирования (температуре, влажности, обмену воздуха, составу грунта). На основе многолетнего опыта был сделан вывод, что селекция многоспоровых штаммов дает удовлетворительные результаты. Однако выражение наследственных свойств (морфология мицелия, размер и форма плодовых тел, урожайность) в таких многоспоровых культурах может значительно модифицироваться под воздействием внешних условий, по-разному влияющих на мицелий, который происходит от различных спор, давших начало этой культуре.

А. Саразин (Sarazin, 1955a) полагает, что свойства многоспоровой культуры представляют собой среднее от свойств наиболее активных односпоровых штаммов, входящих в эту многоспоровую культуру. По мнению ряда исследователей, выделение многоспоровых штаммов должно быть первым этапом в селекционной работе, включающей исследование свойств имеющихся сортов, среди которых выбирают материал для дальнейшей селекции (Kligman, 1943; Sigel, Sinden, 1953; Stoller, Stauffer, 1953; Sarazin, 1955b; Heltay, 1956). Результаты исследований многоспоровых штаммов свидетельствуют об однообразии их свойств, затрудняющем отбор; вместе с тем эти штаммы хорошо наследуют родительские свойства, что дает возможность надеяться на успех селекционной работы.

Таким образом, представляют интерес исследование стабильности свойств многоспоровых штаммов и оценка этого метода для целей селекции. Конкретно вопрос заключается в том, являются ли такие свойства, как урожайность, характер плодоношения и качество плодовых тел, достаточно стабильными признаками, чтобы по ним вести отбор. Очевидно, что для проведения селекционной работы среди многоспоровых штаммов шампиньона следует изучать сочетание многих признаков грибного организма. Исследования последних лет показали, что многоспоровые штаммы четко разли-

чаются по характеру плодоношения («длительные», «быстрые», «поздние»), по урожайности, по качеству плодовых тел. При вегетативном размножении и частично при споровой репродукции многоспоровые штаммы могут сохранять имеющиеся у них свойства. Следовательно, многоспоровая селекция является достаточно перспективным методом для получения стабильных сортов культивируемого шампиньона (Fritsche, Sengbusch, 1962, 1963; Fritsche, 1966; Гарибова, 1969 а, в; Гарибова, Фролова, 1971).

**Селекция моноспоровых штаммов.** Культивируемый шампиньон является гомоталличным видом и образует на моноспоровом мицелии нормальные плодовые тела. Метод селекции моноспоровых штаммов в настоящее время считается более перспективным, чем метод селекции многоспоровых штаммов (Lambert, 1961; Fritsche, 1966), и имеет ряд преимуществ.

1. Моноспоровые штаммы обладают большим разнообразием свойств и значительной степенью изменчивости, что дает большой материал для отбора. Разнообразие свойств проявляется даже в том случае, если споры взяты от одного и того же плодового тела. Обычно моноспоровые штаммы обнаруживают различия в отношении такого легко поддающегося учету и измерению характерного признака, как внешний вид мицелия на агаровых средах в лабораторных условиях (воздушный или погруженный мицелий, его цвет, скорость роста, скорость деления клеток мицелия) (Lambert, 1938; Kligman, 1943; Leewe, 1943; Borzini, Scurti, 1956). Моноспоровые штаммы различают по скорости появления, размерам, морфологическим особенностям плодовых тел, по урожайности (Sinden, 1937; Lambert, 1938; Sarazin, 1939; 1951; Borzini, Scurti, 1961; Гарибова, 1964). По продуктивности они варьируют от стерильных до более урожайных, чем многоспоровые штаммы (Kligman, 1943). При помощи этого метода выведен ряд высокоурожайных сортов. Так, в 1953 г. был получен кремовый сорт, ставший основным стандартным сортом в США (Sigel, Sinden, 1953). В результате испытания около 600 моноспоровых штаммов (Kneebone, 1954) получен высокоурожайный снежно-белый штамм, широко распространенный среди грибоводов как сорт 286. Это показывает, что выделенные при помощи моноспорового метода сорта являются стабильными. Однако отмечено (Sarazin, 1939; Borzini, Scurti, 1961), что морфологические признаки плодовых тел, а также и урожайность не всегда полностью сохраняются при вегетативном размножении мицелия полученных таким способом сортов. Возможно, это явление в значительной степени зависит от условий размножения грибов.

2. Свойства и особенности каждого моноспорового штамма четко выражены, тогда как в многоспоровой культуре они маскируются. Это позволяет подойти к решению вопроса о возможном существовании корреляции между морфологическими особенностями мицелия и урожайностью. Имеются указания на то, что метод моноспоровых культур — единственный путь для решения этого важнейшего для селекции шампиньонов вопроса (Lambert, 1938, 1961; Sarazin,



1939, 1951, 1955a; Kligman, 1943; Kneebone, 1954; Heltay, 1956). Единого мнения по этому вопросу до настоящего времени нет. С одной стороны, высказывается точка зрения, что между внешним видом колоний, общим ростом моноспоровых штаммов в условиях чистой культуры и урожайностью корреляции не наблюдается (Sinden, 1937; Kligman, 1943; Столлер, 1956); с другой стороны, выявлена (Sarazin, 1939; Borzini, 1939) некоторая зависимость между типом мицелия на агаризованных средах и качеством и количеством урожая в грунте.

Для выяснения этого вопроса были проведены исследования большого числа моноспоровых штаммов параллельно в лаборатории и теплицах. Показано (Fritsche, Sengbusch, 1962; Гарибова, 1964, 1969a), что моноспоровые изоляты отличаются по типу и скорости роста мицелия; отмечена связь между урожайностью и типом мицелия. Предполагается, что отбор можно вести по типам мицелия в лабораторных условиях, применяя методы «чашечных половинок» (Eger, 1961, 1962; Гарибова, 1964, 1969a; Гарибова, Фролова, 1971). В результате анализа полученных данных все моноспоровые штаммы по их морфологическим признакам на картофельно-глюкозной среде были разделены на три расы — А, В, С (наиболее урожайными являются расы В и С):

Р а с а А. Колония неправильной формы, плоская, сероватая. Поверхность порошковидная, край сильно изрезан. Воздушный мицелий развит очень слабо в виде стелющихся по субстрату прижатых гиф. Рост колоний медленный. Средний диаметр на 15-е сутки составляет 25 мм (рис. 15).

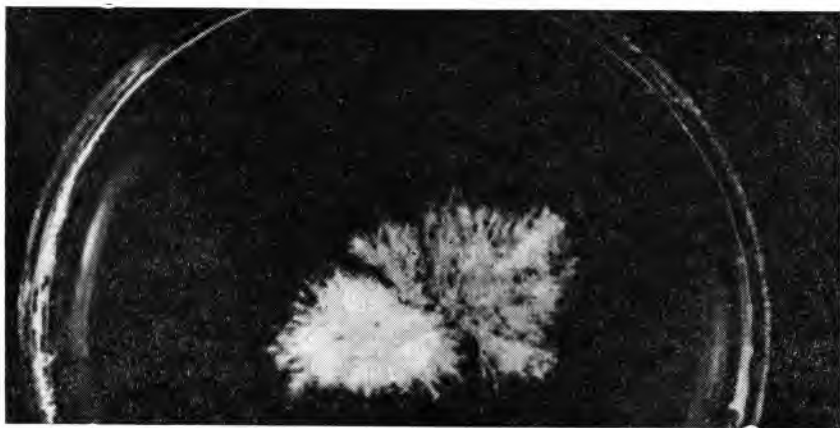


Рис. 15. Раса А моноспорового штамма шампиньона двуспорового.

Р а с а В. Колония правильной округлой формы, плоская, белая. Поверхность и край ровные. Воздушный мицелий в центре колонии тяжистый, несколько прижатый к субстрату, по краю — паутинистый, отстающий от субстрата. Часто имеются капли прозрачного экссудата. Рост колоний быстрый. Средний диаметр на 15-е сутки составляет 61 мм (рис. 16).

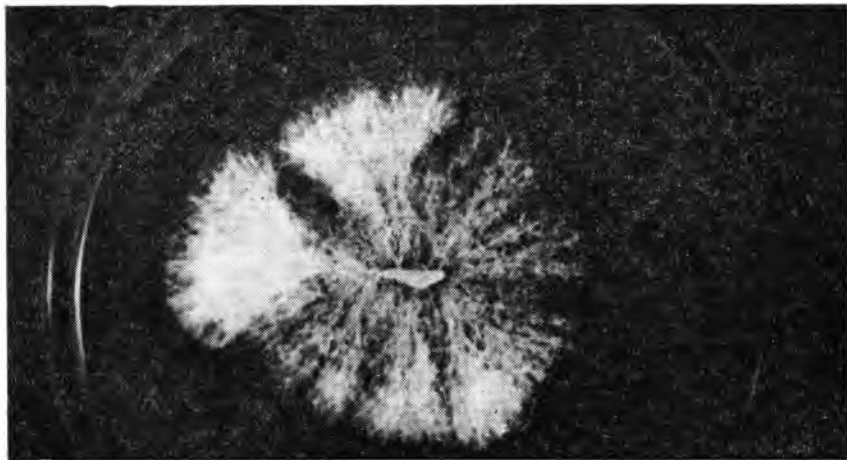


Рис. 16. Раса В моноспорового штамма шампиньона двуспорового.

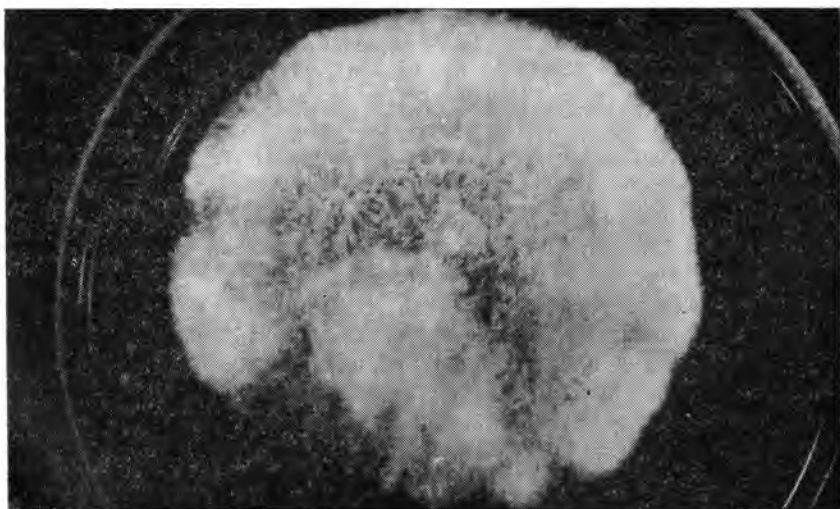


Рис. 17. Раса С моноспорового штамма шампиньона двуспорового.

**Р а с а С.** Колония правильной округлой формы, плоская, снежно-белая. Край ровный. По всей поверхности — очень обильный густой паутинистый воздушный мицелий, сильно отстающий от субстрата. Рост колоний очень быстрый. Средний диаметр на 15-е сутки составляет 82 мм (рис. 17).

**Схемы селекции шампиньона.** В настоящее время можно принять следующие схемы селекции культивируемого шампиньона.

## Многоспоровая селекция

**I этап** — отбор лучших производственных сортов и дикорастущих экземпляров *Agaricus bisporus*; возможна обработка спор химическими мутагенами и ультрафиолетовыми лучами.

**II этап** — анализ спор каждого образца (спорового отпечатка) методом моноспоровых культур на агаризованной картофельно-глюкозной среде и отбор тех образцов, в которых преобладают морфологические расы В и С.

**III этап** — испытание отобранных на II этапе споровых отпечатков методом «чашечных половинок»; отбор по скорости и характеру роста мицелия на стерильном компосте в чашках Петри.

**IV этап** — испытание на урожайность многоспоровых штаммов, выращенных из спор образцов, отобранных на III этапе; отбор наиболее урожайных штаммов и вегетативное размножение мицелия отобранных штаммов.

**V этап** — повторное испытание на урожайность, отбор штаммов с наиболее стабильной урожайностью.

**VI этап** — производственное испытание многоспоровых штаммов, полученных на V этапе.

## Моноспоровая селекция

**I этап** — тот же, что и при многоспоровой селекции.

**II этап** — анализ споровых отпечатков исследуемых образцов методом моноспоровых культур и отбор моноспоровых изолятов с типами колоний В и С.

**III этап** — испытание этих моноспоровых изолятов методом «чашечных половинок» и отбор среди них лучших по характеру роста мицелия на стерильном компосте в чашках Петри.

**IV этап** — испытание на урожайность моноспоровых штаммов, отобранных на III этапе (наиболее урожайные используются для вегетативного размножения).

**V этап** — повторные испытания моноспоровых штаммов на урожайность (отбираются с наиболее стабильной урожайностью и хорошими качествами плодовых тел).

**VI этап** — испытание моноспоровых штаммов, отобранных на V этапе, на больших площадях и отбор штаммов, показавших хорошие результаты при производственных испытаниях.

**VII этап** — создание искусственных многоспоровых штаммов из наиболее ценных моноспоровых штаммов путем смешения вегетативного мицелия (после испытания на урожайность их также можно вводить в производство).

**Гибридизация.** Культивируемый шампиньон *Agaricus bisporus* представляет собой гомоталличную форму, причем обоеполость его обусловлена наличием в клетках многочисленных ядер различной половой характеристики (Курсанов, 1940). Двухядерные споры культивируемого шампиньона, как и некоторых других представителей базидиомицетов, относящихся обычно к гомоталличным формам, в зрелом состоянии вследствие деления ядер становятся многоядерными и при прорастании образуют многоядерный проросток. Таким образом, гаплоидная стадия протекает здесь в необычном для большинства базидиомицетов многоядерном состоянии и дикарионы формируются непосредственно из многоядерных клеток. В силу этого половая реакция и, следовательно, возможность половой гибридизации исключаются.

Однако исследования последних лет заставляют несколько пересмотреть эту точку зрения. Так, анализ трех поколений смешанной культуры двух штаммов шампиньона показал наличие скрещивания исходных штаммов и рекомбинации их признаков во

втором поколении. В подтверждение приводится ряд цитологических наблюдений, при которых фиксировался переход ядер через анастомозы между мицелиями смешиваемых штаммов (Fritsche, 1964, 1966). Дальнейшая разработка этого направления позволит использовать такое перекомбинирование признаков в селекции шампиньонов.

**Использование дикорастущего шампиньона двуспорового в качестве источника для получения новых сортов.** В настоящее время этому методу уделяется сравнительно мало внимания. Согласно данным Э. Б. Ламберта (Lambert, 1961), в США начиная с 1925 г. от дикорастущего шампиньона двуспорового не было выведено ни одного нового сорта. В то же время после предварительного исследования (Wahl, 1950) возможностей культивирования дикорастущего шампиньона двуспорового был получен в 1953 г. в Израиле хороший сорт при использовании его изолятов. Д. Уол (Wahl, 1950) считает, что на дикорастущий шампиньон двуспоровый следует смотреть как на надежный источник новых сортов. К этому мнению присоединяются Э. Б. Ламберт (Lambert, 1961), который наблюдал, что изоляты, полученные от дикорастущего шампиньона двуспорового, могут очень сильно отличаться по своему росту и развитию от культивируемых сортов. Поэтому необходимо тщательно изучить и оценить потенциальные возможности таких изолятов.

Наиболее интенсивные исследования в этом направлении ведутся в Венгрии. Широко известные высокоурожайные сорта РС-1 и РС-6, а также сорта РС-4 и РС-20 были получены из дикорастущего шампиньона двуспорового (Bohus e. a., 1961; Bohus, Uzonyi-Latkoczky, 1962). Основной метод работы, применяющийся там и в настоящее время, — длительная адаптация дикорастущих изолятов к условиям культивирования. Дикорастущий шампиньон двуспоровый рассматривается в Венгрии как важный резерв для получения новых сортов культивируемого шампиньона (Heltay, 1956; Bohus, Uzonyi-Latkoczky, 1962).

Дикорастущий шампиньон двуспоровый встречается сравнительно редко, поэтому работа требует обширных поисков. Однако если стать на точку зрения происхождения культивируемого шампиньона от дикорастущего двуспорового, то этот метод можно считать достаточно перспективным.

**Использование мутагенных факторов в селекции шампиньонов.** Естественные спонтанные мутации в культуре шампиньона, такие как изменения содержания пигмента в шляпке, изменения характера роста мицелия в колонии, проявляющиеся в секреторности, хорошо известны. По мнению ряда авторов (Stoller, Stauffer, 1953; Kneebone, 1954; Kenneth, 1959; Lambert, 1961), воздействие на споры или мицелий различными мутагенными факторами может существенно повысить уровень наследственной изменчивости в популяции штаммов культурного шампиньона. Однако исследования в этом направлении немногочисленны.

Проводились опыты (Stakman e. a., 1948) по стимулированию мутаций у мицелия шампиньонов добавлением нитрата урана в картофельно-глюкозный агар, на котором выращивали мицелий. Полученные штаммы давали в 5—7 раз больше мицелия, чем исходный штамм. Облученные штаммы давали более ранний урожай и на мицелии некоторых мутантных штаммов возникали плодовые тела белой окраски вместо коричневой. Изучалось (Stoller, Stauffer, 1953) влияние облучения ультрафиолетовыми лучами на прорастающие споры культивируемого шампиньона. Полученные из облученных спор колонии варьировали в тех же пределах, что и моноспоровые изоляты из необлученных спор. Влияние облучения спор на урожайность в опыте не испытывалось.

Более обнадеживающие результаты дали эксперименты Л. Р. Нибона (Kneebone, 1954) и Р. Киннета (Kenneth, 1959). Нибон, облучая споры ультрафиолетовыми, гамма- и нейтронными лучами, получил очень ценные штаммы, по урожайности значительно превосходящие исходные сорта. Киннет, проведя селекцию среди колоний, выросших из спор, облученных ультрафиолетовыми лучами, получил штаммы, по урожайности превышающие на 20—31 % исходный сорт. Положительные результаты были получены и при обработке спор культивируемого шампиньона химическим мутагеном нитрозометилмочевинной (Гарибова, 1969б). При дальнейшей разработке этот метод может оказаться достаточно перспективным для селекции культивируемого шампиньона.

Таким образом, в настоящее время наиболее эффективным и широко распространенным методом селекции *A. bisporus* является селекция с применением многоспоровых и моноспоровых изолятов культивируемых сортов, наименее разработанными — скрещивание и индуцированные мутации. Хотя эти методы еще мало исследованы, они представляют большой интерес.

В настоящее время, по данным Л. А. Девочкина (1975), в мировой практике грибоводства известно более 50 штаммов шампиньонов, различающихся по урожайности и внешним признакам (табл. 1). Выделяют следующие признаки, отличающие штаммы шампиньонов: 1) окраска (белая, светло-кремовая, темно-кремовая, светло-коричневая, темно-коричневая); 2) характер поверхности шляпки и ножки; 3) устойчивость плодовых тел в покровной земле; 4) продуктивность и характер волн плодоношения; 5) устойчивость к заболеваниям; 6) требовательность к условиям питания; 7) пригодность для консервирования.

В лаборатории совхоза «Заречье» Московской области выращиваются такие штаммы шампиньонов (Девочкин, 1975):

А-311 — отселекционирован из штамма Ф-1 в лаборатории совхоза «Заречье». Плодовое тело имеет светло-коричневую окраску, диаметр шляпки 3—4 см, высота гриба 4,5—5,5 см, масса колеблется от 18 до 23 г. Урожайный, сравнительно устойчив к заболеваниям и колебаниям температуры и влажности, но требователен к качеству субстрата.

117 — получен из многоспорового штамма 273, происходящего от дикого шампиньона двуспорового. Шляпки плодовых тел имеют коричневую окраску,

Основные штаммы шампиньонов, используемые во Франции, и условия их применения (по Carpentier, 1971)

Фирма — производитель посевного материала				Размер гриба	Условия выращивания			Назначение (для продажи в свежем виде или для консервирования)
«Ле-Льон»	«Соми-цел»	«Сара-зен»	«Ле-шампи-ньон»		характер компоста	оптимальная температура в период сбора, °С	аэрация	
<i>Белые штаммы</i>								
В-14	22	46	834	Мелкий, средний	Пропаренный, мягкий	13—16	Несильная, 3—4 объема в 1 ч.	Свежие и консервированные
В-26	85	34	112	Средний, крупный	Не слишком пропаренный	10—13	Несильная, 6—7 объемов в 1 ч.	То же
В-32	74	85	161	Крупный, средний	Слегка вязкий	13—15	Хорошая, 5 объемов в 1 ч.	Свежие
В-38	30	19	724	Крупный	Вязкий, слегка влажный	13—16	То же	»
В-44	308	25	383	»	Хорошо пропаренный, влажный	13—15	3—4 объема в 1 ч.	»
В-56	23	31	188	Средний	Вязкий	13—15	Несильная	Свежие и консервированные
В-62	9	70	—	Средний, крупный	Пропаренный, слегка влажный	13—16	Средняя, 4—5 объемов в 1 ч.	То же

Фирма — производитель посевного материала				Размер гриба	Условия выращивания			Назначение (для продажи в свежем виде или для консервирования)
«Ле-Льон»	«Соми-цел»	«Сара-зен»	«Ле-шампи-ньон»		характер компоста	оптимальная температура в период сбора, °С	аэрация	
<i>Кремовые штаммы</i>								
В-68	10	12	352	Мелкий, средний	Пропаренный	11—15	Сильная	Свежие
СЗ	14	84	817	Средний	Хорошо пропаренный, слегка влажный	13—16	Средняя	Консервированные
<i>Желтые штаммы</i>								
С63	87	81	832	Средний, крупный	Хорошо пропаренный, проветренный	—	»	Свежие, консервированные
С9	500	88	850	Крупный	Любой компост	13—15	Хорошая	Консервированные
С45	58	88	612	»	Хорошо проветренный	13—16	Средняя	»
	139	83	778	Средний, крупный	Любой компост	14—16	Несильная	»



Рис. 18. Расфасованный посевной мицелий шампиньона производства фирмы «Сомицел» (по материалам фирмы).

слабочешуйчатые, диаметр до 5 см. Плодовые тела крупные, плотные, средняя масса составляет 30—35 г. Урожайный, устойчив к заболеваниям, но требователен к влажности субстрата и воздуха.

116 — третья репродукция штамма 273. Плодовые тела коричневой окраски, средней величины (16—20 г), шляпка полушаровидная, слегка чешуйчатая, ножка короткая. Урожайный, устойчив к заболеваниям и колебаниям температуры и влажности.

25 — репродукция многоспорового штамма 173. Плодовое тело плотное, крупное (около 30 г), шляпка полушаровидная, темно-коричневая, с крупными чешуйками, диаметр около 5 см, ножка толстая, длинная. Высокоурожайный, устойчив к заболеваниям и колебаниям температуры и влажности.

РС-17 — венгерского происхождения. Плодовые тела плотные, средних размеров (15—20 г), шляпка кремовая диаметром 4—5 см. Среднеурожайный, сравнительно устойчив к заболеваниям и колебаниям температуры и влажности.

502 — венгерского происхождения. Плодовые тела средней величины



(19—21 г), мякоть сравнительно рыхлая, шляпка белая, диаметр около 4 см. Среднеурожайный, подвергается заболеванию белой гнилью и вертициллезом.

PВ — получен из Болгарии. Плодовые тела средней величины, шляпка снежно-белой окраски, диаметр около 3,5 см. Среднеурожайный, отличается обилием плодовых тел. При температуре выше 13° С сильно поражается белой гнилью.

IV-I — получен из английского штамма Mond. Плодовые тела плотные, крупные (25—35 г), шляпка кремовая, диаметр около 5 см. Среднеурожайный более позднеспелый по сравнению с А-311, устойчив к заболеваниям.

В настоящее время Франция является основным поставщиком мицелия шампиньонов в большинство европейских стран. Мицелий во Франции производят фирмы «Сомицел», «Ле Льон», «Саразен», «Ле шампиньон» (рис. 18).

В Англии в основном используют белые штаммы, переходя на цветные или кремовые только в экстренных случаях или при наличии вирусных болезней белых штаммов, считая окрашенные более устойчивыми к заболеваниям (Atkins, 1974). Все этим штаммы требовательны к качеству компоста, воздухообмену, температуре и влажности культивационных помещений, а также, как считает Ян Уайт (цит. по Atkins, 1974), к дозе инсектицидов.

## КОМПОСТЫ И ИХ ПРИГОТОВЛЕНИЕ

Основной средой обитания шампиньонов являются компосты. В них развивается мицелий и создаются необходимые условия для плодоношения. Важнейшее из этих условий — органическое и минеральное питание. Следовательно, компосты необходимо закладывать из таких материалов, которые полностью удовлетворяют потребность мицелия шампиньонов в питательных веществах.

Давно обратили внимание на частое появление шампиньонов на субстратах, в состав которых входил конский навоз. Это натолкнуло французских огородников XVII ст. на мысль начать производство шампиньонов в широких масштабах. С того времени конский навоз прочно вошел в практику шампиньоноводства. Для шампиньонных компостов применяется полуразложившийся навоз здоровых лошадей, которые получают в корм сено, овес, ячмень. Менее ценен навоз лошадей, которые содержатся на пастбищах, а также получают в корм силос или мелассу.

Съдаемый лошадей корм усваивается не полностью. По данным Ф. К. Эткинса (Atkins, 1974), около 80% азота, фосфора и калия рациона выделяются с навозом;  $\frac{1}{3}$  сухого вещества навоза состоит из микроорганизмов, содержащих белок. Часть сухого вещества комбинируется с непереваренной клетчаткой, образуя комплекс, доступный для шампиньонов. Фосфор слабо поглощается пищеварительным трактом лошади. В значительной степени он выделяется с навозом. Калий выделяется преимущественно с мочой. Общее количество азота распределяется приблизительно поровну между навозом и мочой. Важным элементом животных и растительных клеток является кальций, который оказывает существенное влияние на влагоемкость, аэрацию компоста и его pH.

Химические анализы показывают, что по содержанию питательных веществ конский навоз отличается от навоза других животных (табл. 2). Он содержит значительно больше, чем коровий, органических и других веществ. Однако его состав в значительной степени зависит от питания животных. Хороший конский навоз содержит

Т а б л и ц а 2

Состав свежего навоза на соломенной подстилке, %  
(по Громову, 1957)

Компонент	Навоз			
	конский	крупного рогатого скота	овечий	свиной
Вода	71,3	77,5	64,6	72,4
Органические вещества	25,4	20,3	31,8	25,0
Общий азот	0,58	0,45	0,83	0,45
Белковый азот	0,35	0,28	—	—
Аммиачный азот	0,19	0,14	—	0,20
Фосфор	0,28	0,23	0,23	0,19
Калий	0,53	0,50	0,67	0,60
Известь	0,21	0,40	0,33	0,18
Магний	0,14	0,11	0,18	0,09
Сера	0,07	0,06	0,15	0,08
Хлор	0,04	0,1	0,17	0,17

много лигнина, гемицеллюлозы, сахаров и других веществ. Свежий конский навоз состоит из светло-желтых солоmistых частей, пропитанных мочой, и круглых кусков кала. Через него хорошо проходит воздух. Даже после трамбовки навоза воздух проникают в него на глубину 25—30 см. Благодаря этому в компосте, приготовленном на основе конского навоза, бурно протекают аэробные и анаэробные микробиологические процессы, значительно повышающие его температуру.

Большое влияние на химические и физические свойства компоста из конского навоза оказывают состав и количество находящейся в нем подстилки. В качестве подстилки применяют солому озимой ржи, овса, яровой пшеницы, риса, опилки, торф и т. д. Однако предпочтение отдают пшеничной или ржаной соломе, как наиболее высокоэффективным по химическому составу компонентам, состоящим в основном из целлюлозы — основного источника углеродного питания шампиньонов. Т. Буковский (1970) рекомендует применять для компоста 1 часть резаной и увлажненной соломы на 10 частей навоза. Н. Г. Громов (1957) считает оптимальным содержание в компосте примерно 50% соломы.

В качестве компонентов компоста можно применять стебли гороха, шелуху риса, отходы мукомольной промышленности, свекловичный жом (Gerrits, 1972b). Однако компост с такими компонентами

дает низкий урожай, особенно если подстилки в нем содержатся более 50%. Он имеет слабокислую реакцию среды, в то время как компосты с соломой имеют слабощелочную реакцию, препятствующую развитию конкурентных микроорганизмов. Поэтому при использовании упомянутых материалов в качестве подстилки целесообразно в компост добавлять молотый мел или известь из расчета 10—12 кг на 1 т навоза.

В последние десятилетия в ряде стран сокращение поголовья лошадей заставило ученых и практиков вести поиск заменителей конского навоза для приготовления питательных субстратов для шампиньонов. В настоящее время готовят полусинтетические компосты, в которых количество конского навоза сведено до минимума (10—20%), и синтетические компосты, в которых конский навоз вообще отсутствует. В качестве заменителя конского навоза используется навоз других сельскохозяйственных животных, куриный помет, отходы мясоперерабатывающей, кожевенной промышленности, минеральные удобрения.

### **Полусинтетические компосты**

Навоз крупного рогатого скота уступает конскому навозу по содержанию питательных веществ и воздухопроницаемости. Он слабо разогревается, плохо просыхает, повышенная влажность и низкое содержание углерода по сравнению с азотом делают его малопригодным для развития термофильных микроорганизмов. В шампиньоноводстве используется навоз крупного рогатого скота, полученный в зимнее время, т. е. тогда, когда животные получают концентрированные корма, а в качестве подстилки применяют повышенные нормы соломы или опилок. Перед закладкой компоста навоз тщательно обрабатывается, чтобы он имел достаточную влажность и был равномерно перемешан с подстилкой.

В Украинском научно-исследовательском институте овощеводства и бахчеводства была разработана технология приготовления субстратов из конского навоза, навоза крупного рогатого скота и свиней. Для повышения содержания углерода к субстрату добавляют значительное количество соломы (200 кг на 1 т навоза). Аналогичная технология применяется при приготовлении субстрата из куриного помета.

В шампиньонных хозяйствах Дании и Румынии (Kindt, 1968) к конскому навозу добавляют свиной навоз с различными компонентами. Компост имеет следующий состав: 50% конского навоза, 30% свиного соломистого навоза, 10% люцернового сена, 5% кукурузных початков и 5% пивной дробины. В ГДР и Нидерландах для приготовления полусинтетического компоста широко применяют куриный помет. В ГДР в госхозе «Дискау» близ Галле готовят компост следующего состава (в кг):

Конский навоз (при 60% влажности) — 1500, куриный помет — 500, пшеничная солома — 1000, минеральные соли (цианамид кальция — 20, суперфосфат —

10, калийная соль — 10, гипс — 30). Продолжительность компостирования такого субстрата 24 дня (при перебивках на 0, 5-й, 11-й 17-й, 21-й, 24-й день). В 1-й день солому увлажняют до полного насыщения и складывают в кучу; на 5-й день при перебивке соломы добавляют воду, птичий помет и цианамид кальция; на 11-й — калийную соль и суперфосфат; на 21-й — гипс; на 24-й день субстрат готов. Вместо цианамид кальция можно применять аммиачную селитру (20 кг).

Рецепты полусинтетических компостов, применяемых в разных странах Европы на различных специализированных предприятиях, и методика их обработки приведены в табл. 3. В сельскохозяйственном кооперативе в Лаасдорфе конский навоз полностью заменяют куриным пометом. При этом к 1 т куриного помета добавляют пшеничную солому — 1 т, углекислый аммоний — 20 кг, калийную соль — 30 кг, суперфосфат — 50 кг (Рыбкина, 1971). В Нидерландах на 1 т конского навоза добавляют 50 кг куриного помета, корни солодки, муку из семян хлопчатника, свекловичный жом и мочевины. В Англии, Болгарии 30% конского навоза заменяют перепревшей подстилкой бройлеров (Ранчева, 1973; Жемойц, Орехов, 1974).

На основе многолетних исследований Цв. Ранчева (1968, 1969, 1971, 1973) предложила несколько вариантов полусинтетических компостов (табл. 4), состоящих из нарезанной кукурузы, пшеничной или ржаной соломы, помета бройлеров в соотношении 2,5 : 1,0 : 1,25 в пересчете на сухое вещество. К смеси из этих материалов добавляют конский навоз с соломистой подстилкой и минеральные соли. Компостирование проводят по схеме, предложенной К. Р. Расмуссеном (Rasmussen, 1962), в течение 16—17 дней.

Т а б л и ц а 3

Приготовление полусинтетических компостов (Жемойц, Орехов 1974)

Приятая технология	Предприятие		
	F. Dohme Höfingen	W. Abel Katzenstein	W. Hunte Hannover
Площадь, занятая под грибами, м <sup>2</sup> /год	7500	4700	40000
Субстрат	Конский навоз + обогатитель	Конский навоз (длительное компостирование)	Конский навоз + птичий помет
Добавки, кг/т	Мука семян хлопчатника — 10; пивная дробина — 50; жидкий птичий помет — 200; гипс — 11	Сульфат аммония — 7; СаСО <sub>3</sub> — 30; гипс — 26	Птичий помет — 50; гипс — 22,5
Перебивки по дням	2-й, 5-й, 8-й	6-й, 10-й, 14-й, 18-й	3-й, 5-й, 7-й
Термическая обработка, дни	5	5 (3 — 4 дня—охлаждение)	
Урожай шампиньонов, кг/м <sup>2</sup>	13	15	

К конскому навозу с большим количеством соломы добавляют 12—15% птичьего помета с подстилкой из древесных опилок или ржаной соломы. Высококачественный компост содержит 2—3% азота в переводе на сухое вещество. В 1-й день укладывают увлажненную солому, перемешанную с конским навозом, птичьим пометом, карбамидом, аммиачной селитрой. При первой перебивке на 4—6-й день добавляют гашеную известь, на 8—10-й день — суперфосфат, на 12—13-й день — строительный гипс. Компост практически готов на 16—17-й день после начала компостирования.

Хорошие урожаи шампиньонов в Болгарии дает применение компоста с 15%-ным содержанием конского навоза. Кроме вышеуказанных компонентов, в эти компосты можно добавлять 10—20 кг овсяного или ячменного зерна на 1 т сухого вещества исходного материала. Конский навоз используется с 50%-ным содержанием соломы. Содержание початков кукурузы можно увеличить до 15%. Влажность грубых материалов — до 70%. Солому увлажняют в течение 5—7 дней, поливая несколько раз в день, пока она не «прокиснет». Початки кукурузы перемалывают, смешивают с сухим птичьим пометом, увлажняют 2—3 дня. Можно куриный помет предварительно замачивать и добавлять в виде кашицы к кукурузе. Основную смесь сверху покрывают конским навозом.

К. Хенниг (цит. по Николаевой, 1955) разработал методику приготовления компоста, в котором в качестве основного материала используется солома:

Солому увлажняют опрыскиванием в три приема (через каждые 12 ч) из расчета 150 л воды на каждые 4 т сухой соломы. В качестве источников азота и калия к соломе добавляют 5 кг мочевины, 15 кг калийной селитры на 1 т сухой соломы. Компостируемый материал укладывают слоями до 60 см высотой. Через 48 ч после первого опрыскивания солому утрамбовывают и укладывают на ее поверхность следующий слой, обработанный аналогичным способом. Через 3—4 недели эту солому смешивают с конским навозом и компостируют обычным способом.

В ГДР (Kindt, 1963, 1964) для приготовления компоста используют торф в смеси с конским навозом. Для повышения pH компоста на каждый килограмм торфа добавляют 240 г мела. В. Киндтом была разработана технология приготовления субстрата следующего состава (в кг): сухой пшеничной или ржаной соломы — 1000, куриного помета (с 4% азота) — 500, цианамид кальция — 20, калийной соли (с 40% калия) — 10, строительного гипса — 30, суперфосфата — 10. Субстрат компостируется в течение 25 дней.

В. Киндт предложил еще несколько вариантов полусинтетических компостов (табл. 5). Оптимальное содержание азота в субстрате — 20 кг на 1 т сухой соломы. В варианте А на 1 т сухой соломы добавляли 500 кг куриного помета. В вариантах В, С, D использовали солому, служившую подстилкой в курятниках. Средний урожай грибов на этих субстратах составлял 173 кг в расчете на 1 т соломы.

П. Веддер (Vedder, 1971b) предлагает компост, приготовленный на основе пшеничной соломы с добавлением сухого куриного помета и минеральных удобрений следующего состава (в кг на 1 т сухой соломы):

Таблица 4

## Состав полусинтетических и синтетических компостов (Ранчева, 1971)

Материалы	Варианты											
	50% конского навоза			30% конского навоза			15% конского навоза			0% конского навоза		
	Сухое вещество, кг	Общий азот		Сухое вещество, кг	Общий азот		Сухое вещество, кг	Общий азот		Сухое вещество, кг	Общий азот	
		%	кг		%	кг		%	кг		%	кг
Кукуруза	250	0,80	2,00	250	0,80	2,00	250	0,80	2,00	250	0,80	2,00
Солома	100	0,40	0,40	100	0,40	0,40	100	0,40	0,40	100	0,40	0,40
Птичий помет	150	2,50	3,75	150	2,50	3,75	150	2,50	3,75	150	2,50	3,75
Конский навоз	500	1,25	0,25	215	1,25	2,69	90	1,25	1,13	—	—	—
Карбамид	8	46,00	3,68	4,5	46,0	2,07	3,5	46,00	1,61	3	46,00	1,38
Аммиачная селитра	16	30,00	4,80	13	30,0	3,90	11,5	30,00	3,45	9,5	30,00	2,85
Всего	1024	—	20,88	732,5	—	14,81	605	—	12,34	512,34	—	10,38
Общий азот, % к исходной смеси	—	2,04	—	—	2,02	—	—	2,03	—	—	2,03	—
Известняк	—	40	—	—	30	—	—	24	—	—	20	—
Суперфосфат	—	15	—	—	11	—	—	9	—	—	8	—
Гипс	—	40	—	—	30	—	—	24	—	—	20	—

Куриный помет — 400, карбамид — 25, гипс — 60. Подготовку компоста проводят в два приема. Солому смешивают со 150 кг куриного помета и 25 кг карбамида (в растворе) и замачивают в течение 10 дней. За это время 1 т соломы поглощает 2500—3000 л воды. Затем солому складывают в бурт, внося послойно куриный помет из расчета 250 кг на 1 т сухой соломы и поливают (около 500 л воды на 1 т). Компостирование проводят по схеме 0—4—8—11—13. Перед первой перебивкой верх штабеля вносят гипс. К концу компостирования влажность субстрата доводят до 71—73%.

Т а б л и ц а 5

Виды полусинтетических компостов в ГДР (по Kindt, 1964)

Органические добавки	Вариант			
	А	В	С	Д
Птичий помет, кг сухого вещества/т соломы	500	300	300	—
Свежая кровь, кг/т соломы	—	300	600	1600
Азот, кг				
в крови	—	6,6	13,2	35,2
в птичьем помете	20	12	12	—
всего	20	18,6	25,2	35,2

### Синтетические компосты

На основе химического анализа конского навоза и золы плодовых тел шампиньонов Б. Столлер (Stoller, 1941) выдвинул гипотезу о том, что в искусственном компосте основные питательные вещества—азот, фосфор, калий должны содержаться в той же пропорции, что и в навозе (2 : 1 : 2,7) или же в плодовых телах (2,7 : 1 : 1,8).

**Источники углерода.** Сухое вещество гриба наполовину состоит из углерода. Поэтому, как источники углерода, в состав субстрата должны входить целлюлоза и гемицеллюлоза. При приготовлении синтетического компоста источниками углерода могут быть солома зерновых культур, древесные опилки, торф, стержни початков и стебли кукурузы и т. д. Эти материалы предварительно измельчают на разных мельницах, дробилках и резальных машинах. Измельчение необходимо для получения более высоких температур в компостной куче, лучшего сохранения тепла и более легкого перемешивания материалов. Широко используются в практике шампиньоноводства богатые клетчаткой экстрагированные корни солодки, кора дуба, сосны, ели, тополя, тсуги канадской. Они требуют лишь небольшой ферментации помимо периода пастеризации. Такие исходные материалы, как ржаная или пшеничная солома, увлажняют в течение 5—8 дней (Иванов, Дренски и др., 1965; Stapf, 1965). Количество жидкости, необходимое для их увлажнения, должно быть в 3 раза больше сухой массы исходных материалов

(Шиколаева, 1955). При перемешивании соломы добавляют гипс, что предотвращает избыточную влажность.

**Азот.** В период развития гриба возрастает потребность в азотном питании. Источниками азота в компосте являются азотнокислые и аммиачные соли, органические и неорганические соединения азота. Богата азотом мочевиная, содержащаяся в конском навозе, птичьем помете, в жидком навозе сельскохозяйственных животных. Как источник азота можно использовать корни солодки, рыбную и костную муку, пивную дробину, отруби, семена хлопчатника, отходы пенициллиновой, стрептомициновой промышленности, производств витамина В<sub>12</sub> и т. д. (Столлер, 1956; Ранчева, 1965 б; Schisler, Sinden, 1966; Жемойц, Орехов, 1974). Э. Б. Ламберт (Lambert, 1941) испытывал многие источники азота для искусственных компостов. Хорошие результаты дало использование смеси кровяной муки с мочевиной. Применение органических источников азота дало более высокие урожаи, чем внесение только минеральных удобрений. Использование при приготовлении компоста смеси сырной сыворотки с сульфатом аммония повышало урожайность грибов в опытах Б. Столлера. Это объясняется тем, что сырная сыворотка подавляет процесс аммонификации, происходящий в компосте.

Компосты, приготовленные с милорганитом (продукт, получаемый из сточных вод), смешанным с экстрагированной корой тсуги канадской, не требуют никакого компостирования, а только пастеризацию. При использовании коры тсуги канадской, милорганита и мицелия гриба *Penicillium notatum* были получены неплохие результаты. В США Д. В. Синден (Sinden, 1946) добавлял как источник азота цианамид кальция к смеси соломы и кукурузных стеблей, однако количество цианамидов в компосте должно быть ограничено, так как он может поглощать влагу, углекислый газ и превращаться в дицианамид, токсичный для мицелия. Р. Л. Эдвардс (Edwards, 1950а) применял в качестве источника азота кровяную муку. Позднее в предложенном Р. Л. Эдвардсом в 1961 г. компосте кровяную муку частично или полностью заменяли минеральными солями. У. Каламээс (1971) провела опыты по замене в компосте половины кровяной муки карбамидом и по замене всего органического азота в компосте карбамидом. В первом и во втором случаях были получены высокие урожаи грибов.

**Калий.** Химический анализ плодовых тел грибов показал, что в отличие от зеленых растений грибы содержат больше калия и меньше кальция (Столлер, 1956; Stoller, 1971). Поэтому калий является важным компонентом компостов. Добавляя к компосту экстрагированные корни солодки и пивную дробину, т. е. материалы, в которых содержится калий, Б. Столлер (1956) добился увеличения урожая на 33%. В шампиньонах, которые растут на компостах, практически не содержащих калия, его было на 10% меньше, чем в шампиньонах, выращенных на обычных компостах. Из калийных удобрений в компостах применяют хлористый калий, сернокислый калий, золу растений.



**Фосфор.** Фосфор входит в состав грибных белков. В золе плодовых тел шампиньонов содержится 25% фосфора. Поэтому фосфорное питание для грибов имеет не меньшее значение, чем для зеленых растений. Ряд специалистов (Столлер, 1956; Громов, 1957; Ранчева, 1965б; Staněk, 1965, и др.) рекомендуют вносить фосфорные удобрения в период обработки компоста. Эти удобрения вступают во взаимодействие с различными компонентами субстрата, а также поглощаются бактериями. В результате внесения фосфорных удобрений значительно усиливаются микробиологические процессы в компосте, повышается температура и значительно увеличивается количество бактерий; часть минерального фосфора, поглощенного бактериями, переходит в органические соединения. Кроме того, содержащийся в суперфосфате гипс связывает выделяющийся при аммонификации аммиак и образуется сульфат аммония. Благодаря этому потери азота от добавления суперфосфата немного сокращаются. Р. Л. Эдвардс (Edwards, 1950b) рекомендует вносить суперфосфат в конце компостирования. По данным Б. Столлера (1956), добавление к компосту фосфора повышает урожай грибов на 55%.

**Другие элементы.** В опытах Б. Столлера и Р. Л. Эдвардса внесение в компост кальция в форме карбоната не дало прибавки урожая. По-видимому, в субстрате имелось достаточное количество доступного кальция в той или иной форме. Цв. Ранчева (1965б) считает, что добавление карбоната кальция в компост благоприятно сказывается на урожае шампиньонов, поскольку он способствует поддержанию буферности субстрата, создает благоприятную реакцию для развития мицелия.

Наряду с другими минеральными солями в компост добавляют гипс, благодаря которому повышается водоудерживающая способность субстрата, создается более рыхлая структура, улучшающая аэрацию компоста, а также регулируется реакция среды.

**Микроэлементы.** О влиянии микроэлементов на урожайность грибов имеются противоречивые данные. Исходя из сведений о значении различных микроэлементов в физиологии грибов Б. Столлер (1956) предложил вводить в состав синтетических компостов следующие 9 элементов: Mn, Fe, Al, Cr, Cu, Zn, B, Br, I. Им были проведены опыты по выявлению токсичности каждого элемента при двух крайних концентрациях, однако существенного влияния их на урожайность не было обнаружено. Эффективность смеси этих элементов в соломенных компостах довольно высокая: они способствуют осаждению коллоидов. В настоящее время установлено, что многие микроэлементы входят в состав «нзимов», участвующих в обмене веществ. Например, железо способствует активному усвоению азота, соединения азота с цинком обеспечивают активное развитие мицелия и т. д. Также известно, что микроэлементы повышают устойчивость шампиньонов против заболеваний.

## Рецепты компостов

MRA — синтетический компост, приготовленный по рецепту Р. Л. Эдвардса (Edwards, 1950b). В качестве источника углерода, как и в большинстве других синтетических компостов, применяют солому хлебных злаков. К 1 т сухой соломы (влажность 14%) добавляют следующие компоненты:

С м е с ь № 1: кровяная мука (17%N) — 150 кг, суперфосфат — 6,3, гипс — 15, сернокислый калий — 6,3, мел — 22 кг; м и к р о э л е м е н т ы (в г): сульфат марганца — 334,8, сульфат цинка — 35,43, бромистый калий — 7,09, молибденовокислый аммоний — 35,43, сульфат железа — 340, сульфат меди — 70,37, борная кислота — 35,43, сульфат хрома — 14,17, йодистый калий — 7,09. С м е с ь № 2: суперфосфат — 6,3, гипс — 31,6 кг.

До складывания в кучу солому режут на куски до 20 см длиной и увлажняют в течение 5—8 дней. Микроэлементы растворяют в 5 л горячей воды. Начальные компоненты — влажную солому, микроэлементы в растворенном виде, смесь № 1 — закладывают в кучу слоями до 20—30 см толщиной. Слои трамбуют так, чтобы проникал воздух. Через несколько дней температура повышается до 58° С. Максимальная температура (74° С) отмечена на 16-й день. Перебивка компоста производится по следующей схеме: 0—5—11—18—28—30. При последней перебивке в компост добавляют смесь № 2. На 31-й день компост готов, внешне он не отличается от ферментированного конского навоза.

В шампиньоноводческих хозяйствах Молдавии и на экспериментальной базе в Феофании Института ботаники им. Н. Г. Холодного АН УССР (г. Киев) готовят компост такого состава:

На 1 т сухой соломы берут 1 т жидкого (или 300—400 кг сухого) птичьего помета, 300—400 кг коровьего навоза, 3—5 кг аммиачной селитры, 12,7 кг простого суперфосфата (порошкообразного), 48 кг гипса, 38 кг мела. Солому, предварительно замоченную в воде, птичий помет, коровий навоз и аммиачную селитру укладывают послойно в штабеля на площадке для приготовления компоста и через 6 дней при первой перебивке перемешивают. При этом добавляют в субстрат 6,350 кг суперфосфата, 24 кг гипса, 16 кг мела. На 10-й день, при второй перебивке, компост смачивают водой, если в этом есть необходимость. О сухости компоста свидетельствует появление белой плесени. На 14-й день производят третью перебивку, при которой добавляют в компост 6,350 кг суперфосфата, 24 кг гипса и 16 кг мела. На 16-й день компост готов и подвергается пастеризации.

Компост можно готовить иным способом. Солому замачивают навозной жижей и через 2—3 дня добавляют 500 кг сухого птичьего помета на 1 т сухой соломы, 50 кг мочевины, по 6,350 кг суперфосфата, 24 кг гипса и 16 кг мела при первой и третьей перебивках. В этом случае делают четыре перебивки и процесс приготовления компоста длится 24—26 дней.

У. Каламээс (1971) заменяла половину кровяной муки карбамидом (75 кг : 20 кг) или же весь азот добавляла в компост в виде карбамида. В первом случае компост разогревался очень быстро, но охлаждался уже с 14-го дня. Компостирование длилось несколько дольше (39 дней) по следующей схеме: 0—3—9—15—25—32—39. Во втором варианте температура в компосте достигала необходимой величины лишь на 8-й день и с 16-го дня снижалась. Компостиро-

вание продолжалось 34 дня. Схема перебивок была следующей: 0—7—14—18—34.

Синтетический субстрат со стержнями кукурузных початков и сеном был предложен Д. В. Синденом (Sinden, 1946). Стержни кукурузных початков составляют 40—60% сухой массы компоста. Измельченные стержни початков смешивают с равной долей лугового сена, содержащего люцерну, сою, клевер. Субстрат увлажняют так, чтобы его масса увеличилась в 3 раза по сравнению

Таблица 6

Состав синтетического компоста (Столлер, 1956)

Материалы	Количество, кг	Содержание		
		азота	фосфора (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	калия (K <sub>2</sub> O)
Ржаная солома	500	2,5	1,0	5,0
Отходы пивоваренного зерна	660	7,0	1,6	—
Урамон (42% N)	8,3	3,5	—	—
Суперфосфат (20% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	10,0	—	2,0	—
Сульфат калия (50% K <sub>2</sub> O)	9,0	—	—	4,5
Хлористый калий (50% K <sub>2</sub> O)	3,0	—	—	1,5
Гашеная известь	9,0	—	—	—
Итого	—	13,0	4,6	11,0

с сухим. К увлажненному субстрату в процессе компостирования добавляют следующие вещества в расчете на 1 т сухого исходного материала: цианистую известь — 13,5 кг (или аммиачную селитру — 9 кг), гипс — 22,5 кг, калийную соль — 9 кг. Если применяется сено, бедное азотистыми веществами, то к такому субстрату добавляют птичий помет, барду или конский навоз. Ферментативные кучи закладывают несколько больших размеров (3 м шириной, 2 м высотой), чем при приготовлении обычных субстратов. Производят пять перебивок через каждые 3—4 дня.

Б. Столлер (1956) в основу синтетического компоста брал установленное им оптимальное соотношение: N : P : K (табл. 6). Для приготовления компоста солому укладывают в штабеля высотой 1—2 м и увлажняют до тех пор, пока влажность не достигнет 70—75%. После этого добавляют остальные компоненты и производят тщательную перебивку субстрата. Через несколько дней в компосте поднимается температура и начинается процесс ферментирования. Продолжительность компостирования 3—5 недель.

Так как в Советском Союзе имеются большие запасы торфа, большой интерес представляет приготовление синтетического компоста по способу С. Пешке (цит. по Николаевой, 1955). Исходным материалом является торфяная мука и ржаная солома в отношении 4 : 1.

На 100 кг измельченной ржаной соломы берут 400 кг торфяной муки, перемешивают и получившуюся смесь поливают раствором солей азотнокислого натрия (0,7 кг), сульфата аммония (3,5 кг) и фосфорнокислого калия (0,7 кг). Кроме того, смесь обрызгивают 2%-ным раствором мочевины. Затем массу перемешивают, увлажняют и оставляют для разложения на 10—15 дней. Через 5—8 дней субстрат вторично перебивают для того, чтобы в нем создавались аэробные условия, и еще через 5—6 дней используют для грунта. Оптимальная влажность готового субстрата 67—69%.

Хорошие урожаи грибов получают на искусственных субстратах, в состав которых входят древесные опилки. По химическому составу свежие древесные опилки являются довольно благоприятной питательной средой для шампиньонов. В состав древесных опилок, имеющих влажность 50%, входят (в %): азот — 0,10, фосфор ( $P_2O_5$ ) — 0,15, калий ( $K_2O$ ) — 0,3, кальций — 0,52. Опилки обладают хорошей воздухопроницаемостью, вместе с тем они способны впитывать много воды. Древесные опилки, увеличивая воздухопроницаемость и рыхлость питательной среды, ускоряют разложение органических веществ. В связи с этим температура в субстрате очень быстро повышается, а затем резко снижается. По данным Г. Ремке (цит. по Громову, 1957), наиболее благоприятным для шампиньонов является субстрат с древесными опилками следующего состава (в кг): сухие древесные опилки — 1000, сухая пшеничная солома — 1000, карбонат кальция — 100, томасшлак (16%) — 30, солод — 150, мочевины — 50. Смесь перечисленных веществ увлажняют и складывают в кучу высотой 1,6 м и обкладывают ее соломой для поддержания температуры внутри кучи. Компостирование продолжается 14 дней, в течение которых рекомендуется проводить две перебивки.

В. Киндт (Kindt, 1964) рекомендует добавлять к искусственным субстратам кроме сухой крови отходы шерстяной промышленности в качестве органической добавки. К субстрату с отходами шерстяной промышленности добавляются цианид кальция в обычном количестве (в расчете на 1 т соломы), фосфорные добавки (суперфосфат) — 150%, калийные соли (40% K) — 100, кальций (гипс) — 33,3%. За период компостирования (28—41 день) pH субстрата достигает 7,9.

Во многих странах применяется субстрат, содержащий элементы NPK и Ca в нужных пропорциях, такого состава: соломы — 1 т, сульфата аммония — 20 кг, сернокислого кальция — 30 кг, мочевины — 10 кг, углекислого кальция — 20 кг, цианида кальция — 20 кг. Увлажненную солому укладывают в кучу, добавляют в период компостирования необходимые элементы. За время компостирования производят четыре-пять перебивок субстрата с интервалом 6—8 дней. Высокие урожаи грибов получают при компостировании указанного субстрата в течение 33—45 дней.

В Нидерландах к компосту с соломой хлебных злаков добавляли корни солодки. Солому укладывали штабелями до 2 м высотой, между ними закладывалось 50 кг корней солодки. Штабеля в течение 2—3 дней увлажняли, пока их масса не увеличилась

в 3 раза по сравнению с сухой массой соломы. Через 12 дней солому разрыхляли, измельчали и укладывали в кучу, добавляя на 1 т сухой соломы 5 кг мочевины, 75 кг корней солодки и необходимое количество воды. Во время второй перебивки вносили 25 кг углекислого кальция, 60 кг гипса, 20 кг суперфосфата на 1 т. Увлажнение субстрата производили на 10-й, 13-й, 15-й день после закладки куч. Продолжительность компостирования 1 месяц.

В институте селекции культурных растений им. Макса Планка (ФРГ) был разработан рецепт синтетического компоста следующего состава (в кг): сечки — 20, муки из пшеничной соломы — 25, торфяной крошки — 20,  $\text{CaCO}_3$  — 15, муки из семян хлопчатника — 5, муки соевых бобов — 5, люцерновой муки — 5, воды — 150 л. Компостированию субстрат не подвергается. Смесь тщательно перемешивают и стерилизуют в течение 5 ч при  $130^\circ\text{C}$ .

К. Мак-Канна (MacCanna, 1972) получил удовлетворительный урожай (192,2 кг) шампиньонов на 1 т компоста, приготовленного с добавлением 18,2 кг азота (в жидком курином помете) к смеси, содержащей 677 кг соломы и 338,7 кг сена и гипса. Впоследствии часть более дорогостоящего сена была заменена соломой, а неудобный для транспортировки жидкий куриный помет — сухим куриным пометом.

## КОМПСТИРОВАНИЕ

### Теоретические основы компстирования

Используемый для выращивания грибов субстрат необходимо подвергать компстированию. Этим преследуются следующие цели:

- подвергнуть материалы разложению, изменив состав органических веществ в них и создав условия, неблагоприятные для роста конкурирующих микроорганизмов, но в то же время вполне пригодные для роста мицелия шампиньона и для образования большого количества плодовых тел;

- довести влажность компоста до 50—65 %;

- получить гомогенную по структуре и качеству массу;

- обогатить субстрат недостающими органическими и минеральными питательными веществами.

По мнению С. А. Ваксмана и В. Ниссена (Waksman, Nissen, 1932), в процессе компстирования микроорганизмы потребляют водорастворимые вещества, некоторые гемицеллюлозы, целлюлозы и незначительное количество лигнинов. В субстрате накапливаются лигнины и белок микроорганизмов, т. е. создается благоприятная для развития шампиньонов среда. Авторы считают, что гриб использует не все имеющиеся в компсте питательные вещества, а предпочитает лигнин и органические азотные комплексы.

Опыты К. Трешовой (Treschow, 1944) показали, что ксилоза более пригодна для питания шампиньонов, чем другие источники углерода. Она считает, что целью компстирования является не только накопление лигнина, но и уменьшение содержания аммиака

в свежем навозе. Азотистые вещества, содержащиеся в компосте, подвергаются действию аммонифицирующих бактерий, количество которых в компосте достигает 600 млн. в 1 г навоза. Белки гидролизуются до аминокислот, которые дезаминируются и образуют аммиак. Часть аммиака улетучивается из компоста, большая часть превращается в углекислый аммоний, адсорбируется, превращается в белок микроорганизмов. Образование большого количества аммиака создает в компосте щелочную реакцию. К концу компостирования аммонификация резко ослабляется, в результате чего реакция среды изменяется до слабощелочной. В таких условиях (рН около 8,0) возможен рост мицелия шампиньонов. Б. Столлер (1956) установил, что мицелий шампиньонов может использовать мочевины, являющуюся источником аммиака в свежем навозе, по-видимому, без предварительного превращения в белки или улетучивания в виде аммиака, но при условии связывания ее лигнином или таннином.

Разложение углеводов в компосте осуществляется при помощи бактерий, грибов, актиномицетов. В компостах содержатся в большом количестве термофильные целлюлозоразлагающие грибы, актиномицеты и бактерии. Термофильные целлюлозоразлагающие грибы и актиномицеты развиваются в компосте при температуре не выше 50—60° С. Когда температура поднимается до 60—65° С и выше, физиологическая активность грибов и актиномицетов резко снижается и разрушение клетчатки полностью осуществляется бактериями. Продуктами обмена веществ бактерий, выделяющимися в компост, являющиеся водород, углекислый газ, этиловый спирт, глицерин, муравьиная, уксусная, молочная, янтарная, яблочная и фумаровая кислоты. Различные бактерии окисляют в навозе пентозаны до углекислоты и воды — с образованием промежуточного продукта — пентоз.

В результате процесса ферментации компост изменяет свой химический состав и теряет около 10% органического вещества за счет разложения сложных углеродсодержащих соединений (клетчатки, крахмала, пектина и др.). Одновременно происходят перестройка азотсодержащих соединений, накопление в субстрате белковых веществ и изменение цвета компоста от желтоватого до темно-коричневого. Солома, находящаяся в навозе, легко разрывается. Температура в компосте повышается до 60—70° С. При такой температуре погибают все организмы, кроме термофильных бактерий, грибов, актиномицетов, присутствие которых является благоприятным.

По данным некоторых авторов (Столлер, 1956; Громов, 1957; Fergus, 1964; Fordyce, 1970, и др.), в компосте после ферментации остаются термофильные бактерии, актиномицеты, плесневые, щелочелюбивые грибы (*Torula*, *Chaetomium*, *Humicola*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Monilia*, *Fusarium*, *Epicoccum*, *Trichoderma*, *Mycelia sterilia*, *Pseudobalsamia microspora* и др.). Кроме того, в компосте остаются бактерии-аммонификаторы.

## Практика компостирования

Качество компоста определяется сроками компостирования. Поэтому в каждом хозяйстве имеется своя технология приготовления компоста.

Согласно классическому методу первая фаза компостирования — ферментация продолжается 3—4 недели. Однако исследования показали, что длительная обработка приводит к сильному разложению органических веществ и огромным потерям сухого вещества (табл. 7), что значительно уменьшает урожай шампиньонов. Кроме того, ферментация — это биологический процесс, течение которого трудно регулировать.

В начале компостирования необходимо довести влажность используемого материала до 75—77%. В Англии (Atkins, 1974) вместе с водой добавляют мочевину (2,27—4,54 кг на 1 т навоза), так как было установлено, что солома может поглощать воду только после размягчения, а быстрое размягчение свежей соломы возможно лишь при наличии воды, аммиака и тепла. Через несколько дней предварительно смоченную кучу конского навоза и соломы укладывают в бурт. Эту операцию обозначают как нулевой (0) день первой фазы.

Таблица 7

Влияние сроков компостирования на химический состав навоза % к сырому веществу (Жемойц, Орехов, 1974)

Продолжительность компостирования, дни	Сухое вещество	Органическое вещество	Лягнин	Пентозаны	Клетчатка	Протеин
7	81,1	52,8	18,1	10,1	20,2	8,5
11	78,8	49,9	19,9	8,7	17,0	10,0
15	59,6	40,4	15,5	7,5	14,2	7,5
19	65,2	42,8	17,5	6,7	15,3	8,1
23	75,2	46,9	19,2	7,0	15,2	9,7
27	64,8	40,7	18,8	5,0	12,0	10,2

Бурты могут быть различных размеров. За последние десятилетия широкие низкие бурты (6 м шириной и 1,2 м высотой) уступили место узким высоким буртам (1,8 м шириной и 1,8 м высотой). Большие размеры бурта затрудняют аэрацию глуболежащих слоев, что может привести к образованию анаэробных ядер, в которых проходят процессы, подобные маслянокислому брожению; температура здесь сравнительно низкая (40—50° С). Соломистый навоз с длинной соломой в зимнее время укладывают в бурты 2,4 м шириной, 1,5—1,8 м высотой. Если же навоз короткосоломистый, тяжелый, то размеры бурта можно уменьшить до 1,2 м в ширину и 1,35 м в высоту.

При компостировании производят перебивки бурта, во время которых регулируется количество азота, углерода, кислорода и воды. Продолжительность компостирования и число перебивок субстрата могут быть различными и зависят от состава компоста и погодных условий. В совхозе «Заречье» Московской области компост готовят по схеме, предложенной датским ученым (Rasmussen, 1962):

Компост состоит из свежего конского навоза без подстилки с добавлением к нему 30—70% пшеничной или ржаной соломы по объему 1:3. Подготовка компоста занимает 16—18 дней. Готовый компост имеет влажность 60—65%. При перебивке компоста особое внимание нужно обратить на то, чтобы части навоза, которые в предыдущей укладке были снаружи, попали в середину, а нижние части — наверх. Это необходимо для того, чтобы все части субстрата подвергались действию высокой температуры.

В Нидерландах готовят компост на специализированных предприятиях г. Антерсум. В качестве основного материала используется солома пшеницы с добавлением 30—60% конского навоза в зависимости от времени года (табл. 8). Готовый компост поступает на шампиньонные фермы.

В последние два-три десятилетия во многих шампиньоноводческих хозяйствах мира наблюдается тенденция сокращения

Таблица 8

Схема приготовления компоста с использованием 30—60% конского навоза (Жемойц, Орехов, 1974)

Продолжительность компостирования, дни	Операции	Добавка из расчета на 1 т материала
10	Подготовка соломы Подвоз, разгрузка тюков с укладкой в бурт высотой 2 м, послойное внесение в солому куриного помета, полив раствором мочевины (карбамида) и водой или навозной жижей	150 кг куриного помета, 20 кг мочевины, 3000—3500 л воды
17	Формирование плоского бурта Подвоз конского навоза, укладка его в плоский бурт, транспортировка замоченной соломы и добавление ее к конскому навозу. Погрузка замоченной соломы в машину для размягчения, транспортировка ее к плоской куче и внесение соломы поверх бурта. Трамбовка смеси навоза и соломы, внесение куриного помета, полив раствором мочевины, водой или навозной жижей	110 кг куриного помета, 2,5 кг мочевины
9	Компостирование Формирование штабеля, внесение гипса перед первой перебивкой, две-три перебивки, полив водой при необходимости. Погрузка готового компоста и его транспортировка в хозяйство	25 кг гипса, вода — при необходимости



времени компостирования. Промежутки между перебивками не допускаются больше чем 2—3 дня. Внесение азота делают при первой перебивке или раньше; углеводы добавляют при второй перебивке или позже. Гипс вносят не ранее второй перебивки, так как он может тормозить процесс аммонификации.

В первые 3—4 дня после укладки бурт довольно рыхлый, с хорошей аэрацией. Если в нулевой день был внесен азот, то в течение этих 3—4 дней перебивку делать не рекомендуется (Atkins, 1974). В последующие дни, когда бурт уплотнится и вытеснит кислород, перебивки необходимы. Во время перебивок нужно следить за влажностью компоста, особенно при первой перебивке, поскольку наиболее активная деятельность термофильных бактерий наблюдается в первых фазах компостирования при температуре 74—76° С. При последующих перебивках увлажняют только боковые стороны бурта, подверженные действию ветра.

В Англии, ФРГ и других странах (Hunte, 1973; Atkins, 1974) на крупных промышленных предприятиях на приготовление большого количества компоста затрачивают 10 дней. Компост готовят по следующей схеме:

#### *Дни*

- 0 — приготовление бурта, внесение основных азотистых добавок.
- 2 — первая перебивка, добавление гипса, в случае надобности — воды.
- 4 — вторая перебивка, добавление углеводов.
- 6 — третья перебивка.
- 8 — подготовка к пастеризации.

При использовании синтетического компоста на 8-й день производят четвертую перебивку с подготовкой к пастеризации на 10-й день.

В последние годы во многих странах компост готовят по семидневной схеме, предложенной Д. В. Синденом (Sinden, 1946):

#### *Дни*

- 0 — приготовление бурта, внесение куриного помета.
- 2 — первая перебивка, внесение гипса, муки из семян хлопчатника.
- 5 — вторая перебивка.
- 7 — насыпка в ящики.

Благополучный исход компостирования гарантируется при соблюдении рекомендуемых условий, т. е. влажности свыше 71% к общей массе; температуры выше 75° С; содержании аммиака, достаточно высоком для рН 8,5; содержании кислорода воздуха внутри бурта около 2%.

### **Пастеризация**

Целью п а с т е р и з а ц и и, которую обычно называют в т о р о й ф а з о й компостирования, является окончание процесса, начавшегося на открытом воздухе, в соответствующем помещении в более строго контролируемых условиях, удаление газообразного аммиака и т. д. В процессе пастеризации происходит уничтожение патогенных микроорганизмов, вредителей, сохранившихся в компосте после

ферментации. При пастеризации ступенчатое повышение температуры стимулирует развитие вредителей, впоследствии погибающих при дальнейшем повышении температуры, под действием водяных паров и более или менее сильно выраженным действием паров аммиака.

Для пастеризации компост помещают в ящики. Степень уплотнения зависит от влажности компоста. Компост с повышенной влажностью нельзя уплотнять слишком сильно из опасения чрезмерного сокращения пористости. Сухой, особенно длиноволокнистый компост трудно переуплотнить; 5-дневный компост уплотняется значительно труднее, чем 15-дневный, имеющий более мягкую короткую солому. Уплотнение компоста не должно препятствовать газообмену, чтобы аммиак и углекислота могли улетучиваться и заменяться кислородом. Между ящиками необходимо оставлять свободное пространство, обеспечивающее циркуляцию воздуха. Не рекомендуется пастеризационные камеры переполнять ящиками в вертикальном направлении, так как это затрудняет выход воздуха из воздуховода. В период пастеризации необходимо избегать излишней сухости воздуха, приводящей к высыханию компоста. Увлажнение воздуха обеспечивается пропусканием водяного пара в помещение непосредственно после его заполнения.

В процессе компостирования ферментация навоза проходит неравномерно, поскольку технически не представляется возможным создать одинаковые условия для всех участков. При пастеризации все частицы соломы в контролируемых условиях равномерно гумифицируются, образуются питательные вещества.

В первые 6 ч пастеризации компост должен быть обеспечен достаточным количеством кислорода, необходимого для жизнедеятельности термофильных микроорганизмов, после чего температура компоста достигает 46° С и быстро поднимается до 60° С. В этот момент выключают внешний обогрев и выпускают свежий воздух. Приток свежего воздуха медленно снижает температуру в последующие 3 дня, в течение которых прекращается выделение аммиака. Некоторые грибоводы предпочитают быстрое снижение температуры до 52—54,5° С и поддерживают ее на этом уровне до исчезновения аммиака. В последние годы наблюдается тенденция использования более низких температур — не 57—60, а 52—54° С после первого подъема, так как считается, что температуры порядка 60° С могут привести к бесполезному продолжению выделения аммиака. Можно выделить несколько фаз пастеризации в зависимости от температуры (Atkins, 1974):

фаза высокой температуры (56° С) — интенсивное развитие термофильных бактерий, преобразующих фиксированный азот в азот аммиачный. После выдерживания компоста 5—6 ч при температуре выше 55° С усиливается запах аммиака, увеличивается содержание углекислоты до 10% и более, что способствует развитию плесневых грибов из рода *Chaetomium*;

фаза средней температуры (52—55° С) благоприятна для развития термофильных актиномицетов, из которых одни полезны, другие вредны. Поэтому эту фазу затягивать не рекомендуется;

фаза пониженной температуры (48—52° С) создает идеальные условия для развития термофильных грибов из родов *Humicola* и *Togula*, присутствие которых определяется по появлению мучнистого или паутинистого налета на поверхности компоста. Они преобразуют аммиачный азот в белки, приемлемые для шампиньонов.

Большое значение для регуляции температуры компоста имеет кислород, используемый аэробными микроорганизмами. При недостатке свежего воздуха, необходимого для жизнедеятельности микроорганизмов, температура компоста снижается. Воздух должен поступать со скоростью, достаточной для выравнивания температуры во всех ящиках. Допускается отклонение температуры от средней не более чем на 1—2° С. В техническом отношении эти показатели достижимы, если в хозяйстве имеется соответствующее вентиляционное оборудование. Обычно на практике помещение нагревают впускаемым паром.

Как указывает В. Хунте (Hunte, 1973), время пастеризации зависит от сроков компостирования. При кратковременном компостировании должна быть короче пастеризация, и наоборот, чем продолжительнее период компостирования, тем дольше должен быть процесс пастеризации.

**Пастеризация 8-дневного компоста из конского навоза.** После кратковременного компостирования навоз темно-коричневый, на вид лаковоглянцевый, имеет запах аммиака, клейкий, очень горячий, влажность примерно 75%. Чтобы стать пригодным для выращивания шампиньонов, этот компост должен пройти стадию пастеризации.

Непосредственно после поступления в соответствующее помещение производят пропаривание компоста и для предотвращения перегрева включают вентилятор. По мнению В. Хунте (Hunte, 1973), лучше всего в первые часы работать с циркуляционным воздухом. После достижения температуры 35—40° С (в летнее время примерно через 6 ч, а в зимнее — через 8 ч) подается свежий воздух, содержащий 15—20% кислорода, в таком количестве, чтобы не снизилась температура. В конце процесса пропаривания температура навоза достигает 55° С, температура воздуха должна быть примерно на 5—10° С ниже. При правильном проведении пастеризации указанные температуры сохраняются в течение 24—36 ч. В это время в воздухе не чувствуется запаха аммиака, но компост еще сохраняет этот запах. Навоз приобретает темную окраску, покрывается белыми пятнами, причина которых — деятельность актиномицетов. Постепенно он снижает влажность и уплотняется. Об окончании процесса пастеризации свидетельствует снижение температуры воздуха при неизменном количестве поступающего свежего воздуха. Через 4 дня после начала снижения температуры можно приступить к охлаждению компоста при условии, если примерно за день до начала охлаждения при температуре 48—50° С запах аммиака исчезает. В это время рекомендуется повысить температуру воздуха до 55—58° С, чтобы повторным нагревом уничто-

жить вредителей, перебравшихся из горячего компоста в более холодные места.

**Пастеризация 16-дневного компоста из конского навоза.** 16-дневный компост подлежит обязательной пастеризации, в результате которой удаляется аммиак и происходит инаktivация возбудителей болезней и вредителей культуры на разных стадиях их жизнедеятельности. Перед пастеризацией компост встряхивают и распределяют по ящикам или стеллажам. Во время этих работ возможны потери влажности и тепла. Поэтому сразу же после наполнения ящиков компостом помещение протапливают и включают вентилятор. Это обеспечивает равномерное повышение температуры и предупреждает местные ее колебания. Температура пастеризации ( $55-58^{\circ}\text{C}$ ) достигается за 24 ч и поддерживается в течение 12—15 ч. Затем температуру компоста снижают до  $50^{\circ}\text{C}$  и поддерживают на таком уровне до исчезновения запаха аммиака. Во время спада температур необходимо обеспечить помещение достаточным притоком свежего воздуха. В первые 2 дня температура воздуха должна равняться температуре компоста, что необходимо для уничтожения болезнетворных организмов; с 3-го до 7-го дня температура воздуха должна быть на несколько градусов ниже температуры компоста.

### **Методы короткого компостирования**

Первая попытка сократить сроки компостирования шампиньонного субстрата была предпринята Б. Столлером, Ф. Б. Смитом и П. Е. Брауном (Stoller, Smith, Brown, 1937). Согласно предложенной ими методике, компостирование проводилось во вращающихся барабанах, оборудованных устройством для искусственной аэрации и регулирования температуры. Температуру в аппарате постепенно повышали от  $35$  до  $62,8^{\circ}\text{C}$  и затем снижали до  $40^{\circ}\text{C}$  через 7—10 дней. Урожай грибов на субстрат, приготовленном этим способом, был хорошим.

Позднее Б. Столлер (1956) усовершенствовал эту методику. Он предложил проводить компостирование в замкнутой камере размерами с шампиньонную теплицу, но с перфорированным полом и фундаментом. Воздух предполагалось пропускать через кучу компоста размером  $1,2 \times 1,8$  м, заложенную на перфорированном полу. Автоматический вращающийся механизм, смонтированный по стенам помещения, переворачивает, поливает, а позже высаживает посадочный мицелий в компост. Через неделю мицелий пронизывает весь компост.

Основная задача первой фазы компостирования — получение однородного субстрата. Этого можно добиться резкой и измельчением навоза, тем самым сократив первую фазу компостирования и сведя ее к предварительному смешиванию и увлажнению материала. Измельчение свежего конского навоза производят в трехфазной молотковой мельнице. Влажность доводят до 75% к сырому веществу,

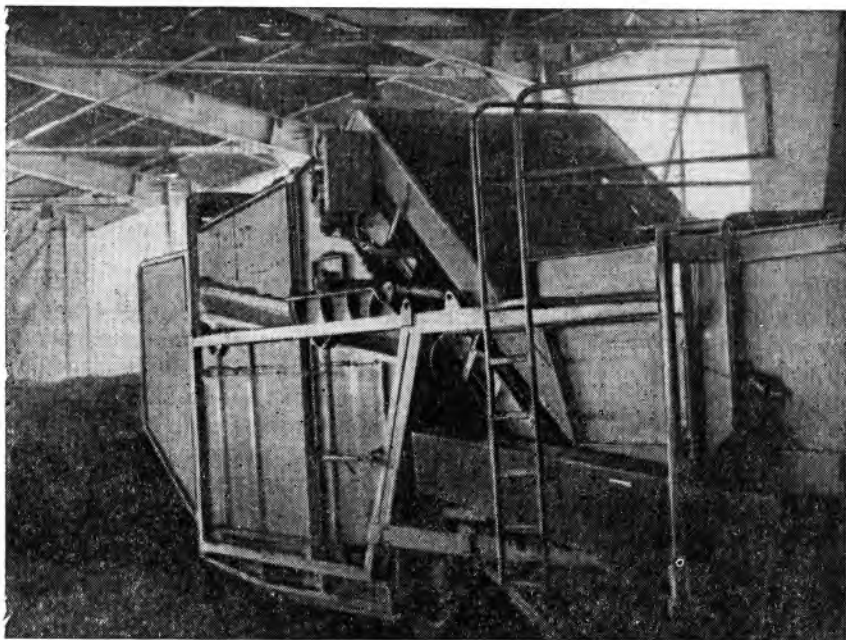


Рис. 19. Машина «Thilot» для перебивки компоста.

содержание азота — до 1,6—1,8% к сухому веществу, добавляя органический азот. Можно добавлять сахарозу или растительное масло в количестве 5% к сухому веществу. Средняя продолжительность ферментации составляет 3—4 дня для уплотненных гряд глубиной 12,7 см и 5—6 дней для гряд глубиной 17,8 см.

В ФРГ О. Тилль (Till, 1962) разработал методику приготовления субстрата без компостирования. Субстрат готовят путем стерилизации в автоклаве с последующей его инокуляцией в стерильных условиях, которые поддерживаются до полного пронизывания субстрата мицелием. Работа в этом направлении была проделана В. Хунке под руководством Р. Зенгбуша (Huhnke, Sengbusch, 1969 a, b; Huhnke, 1971). Они усовершенствовали методику О. Тилля, используя более емкие контейнеры и механизировав подготовку субстрата. Согласно способу В. Хунке, стерильный материал после стерилизации подвергается ферментации, что препятствует развитию конкурентных микроорганизмов. Посадка мицелия и его развитие проходят в нестерильных условиях.

В настоящее время во многих научных учреждениях мира проводится изучение микробиологических и химических процессов компостирования, на основании которого даются рекомендации по усовершенствованию этого процесса. Так, В. Хейсом (Hayes, 1969) была установлена роль растворимого углерода в регуляции фермен-

тации: углерод стимулирует развитие актиномицетов, усиливает скорость ферментации (на что указывает отсутствие свободного аммиака), тем самым уменьшаются потери азота при улетучивании аммиака. Учитывая эти факторы, В. Хейс считает, что можно приготовить компост, ограничиваясь только пастеризацией. Он и П. Рейндл предложили состав компоста с добавлением мелассы. Этот компост освобождался от аммиака за 24 ч, затем его обрабатывали метилбромидом. Столь резкое сокращение второй фазы способствует сохранению ценного сухого вещества. Особое внимание следует обратить на факторы, связанные с наличием питательных веществ, особенно углерода и азота. Эти факторы могут быть установлены в контролируемых условиях, в специальном устройстве, а полученные результаты приложены к методам, используемым в современном промышленном производстве, что откроет дорогу объективному подходу к более научным методам компостирования.

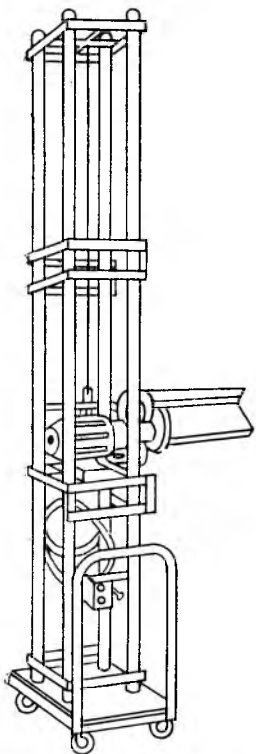
**Механизация.** Подготовка питательного субстрата включает целый ряд трудоемких операций, механизация которых облегчает труд рабочих, повышает производительность труда и снижает затраты на подготовку компоста. В ряде стран — производителей шампиньонов разработана система машин, позволяющая полностью механизировать основные трудоемкие операции (рис. 19, 28, 29). Система машин, применяемая на предприятии по подготовке компоста, включает перебивочную машину, агрегат для формирования штабеля, отминочную машину (измельчитель соломы), машину для внесения минеральных удобрений на поверхность штабеля, погрузчик — смеситель компоста, фронтальные тракторные погрузчики, рассеиватель органических удобрений (Девочкин, 1975).

## ИНОКУЛЯЦИЯ И РАЗВИТИЕ ПОСЕВНОГО МИЦЕЛИЯ

После проведения пастеризации компоста и снижения его температуры до 25—27° С производится инокуляция компоста посевным мицелием. Температура 25—27° С является оптимальной для развития мицелия, она позволяет гифам разрастись по всему компосту. Посадка мицелия при более высокой или более низкой температуре снижает его приживаемость и активность роста.

Техника посадки зависит от качества мицелия и способа его выращивания. Мицелий, выращенный на стерильном навозе, перед посадкой вынимают из банок и размельчают на кусочки массой 15—20 г. Подсохший мицелий перед посадкой необходимо проверить на жизнеспособность, что осуществляется за 20—25 дней до массовой посадки путем инокуляции его в небольших ящиках с компостом. Если мицелий значительно подсох, рекомендуется так называемое оживление его: кусочки мицелия опрыскивают водой, укладывают в ящики и выдерживают несколько дней в помещении при температуре 25—27° С и влажности 90—95%. При посадке зрелого мицелия его равномерно смешивают с субстратом (Девочкин, 1975).

**Посев на грядах.** Мицелий, выращенный на навозе, размельчают на кусочки величиной с грецкий орех и вносят в компост на грядах двумя способами: приподнимая верхний слой компоста или делая предварительно ямки. В первом случае компост приподнимают на глубину не более 2—3 см рукой или специальным колышком, воткнутым наклонно, и в образующуюся щель кладут кусочек мицелия. Затем приподнятый навоз прижимают к мицелию, чтобы обеспечить его контакт со средой. Во втором случае в предварительно сделанные ямки на глубину 4—7 см (в зависимости от величины кусочка мицелия) кладут кусочек мицелия таким образом, чтобы верхняя его часть была примерно на 2—3 см ниже поверхности гряд. После закладки мицелия в ямки их присыпают компостом и слегка уплотняют его. Расстояние между местами внесения мицелия может быть различным в зависимости от типа культивационного помещения (холодное, теплое), однако чаще всего оно равно 15—20 см при расположении в шахматном порядке.



Если инокуляцию производят зерновым мицелием, то его рассыпают по поверхности гряд, сняв предварительно около 3 см субстрата. Затем присыпают компостом и приминают его, чтобы создать контакт между зерном и комочками субстрата. По данным Л. А. Девочкина (1975), в Нидерландах при стеллажном способе культивирования для перемешивания мицелия с субстратом применяют

Рис. 20. Фреза для перемешивания мицелия с субстратом.

специальную фрезу (рис. 20). При этом 80% зернового мицелия распределяют по поверхности компоста на стеллажах, фрезой перемешивают мицелий с субстратом на глубину 12—15 см, затем вручную выравнивают компост, слегка его утрамбовывают и оставшиеся 20% мицелия рассеивают вразброс по поверхности субстрата.

Во время инокуляции необходимо всячески избегать избытка влаги, так как это может помешать росту мицелия. Влажность компоста при инокуляции должна не превышать 60%. Для поддержания такого уровня влажности отточная вентиляция должна быть не сильной, но непрерывной, чтобы предотвратить конденсацию влаги. Вместе с тем рост мицелия приводит к повышению температуры субстрата, поэтому необходимо следить за ней при помощи термометров и по мере надобности соответствующим образом регулировать вентиляцию. При инокуляции температура в помещении должна быть 22—24° С и влажность — до 80%.

**Посев в ящиках.** При выращивании шампиньонов в ящиках предварительно измельченный мицелий рассыпают по поверхности компоста, находящегося в ящиках. Однако в последнее время в современных шампиньоноводческих хозяйствах все чаще используют машины для внесения мицелия в компост. Существуют устройства,

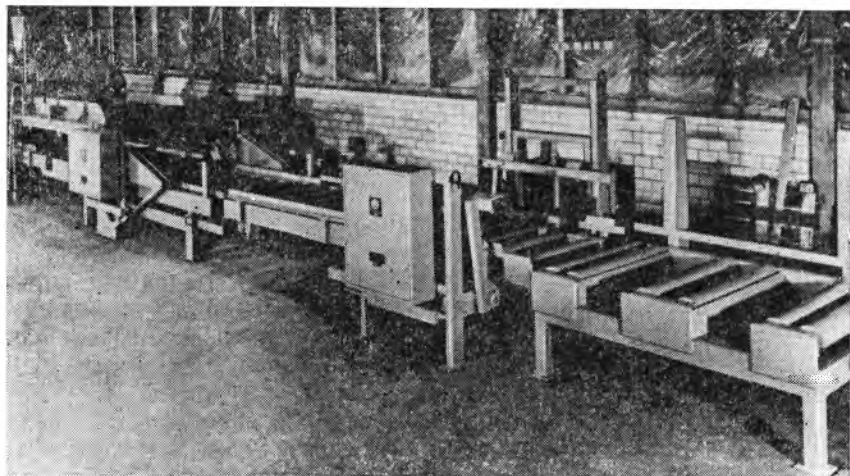


Рис. 21. Автоматическая линия для наполнения ящиков, внесения посевного мицелия и покровной земли (по Atkins, 1974).

движущиеся над ящиками и смешивающие мицелий с компостом по всей его глубине. Этот способ носит название «линейного» внесения (рис. 21).

Наиболее общепринятым является способ, при котором ящик опрокидывают вверх дном, высыпая компост на ленту транспортера. Мицелий разбрасывают по компосту вручную или с помощью ковша с регулируемым объемом, причем он перемешивается с компостом, проходя через ряды вращающихся зубцов. Компост, смешанный с мицелием, затем опять попадает в ящики, проходящие под транспортером. Его выравнивают и уплотняют прессом.

Норма внесения посевного мицелия различна в разных хозяйствах. В среднем она составляет 300 г зернового мицелия на 1 м<sup>2</sup>, но существует тенденция к ее повышению до 400 г на 1 м<sup>2</sup>. При инокуляции компоста мицелием, выращенным на навозе, расход его составляет 400—500 г на 1 м<sup>2</sup> площади. Чем выше норма внесения мицелия, тем скорее им будет пронизан компост. При повышенной норме обеспечивается лучший контакт мицелия с компостом, в котором он разрастается раньше конкурирующих с ним плесеней, а также сокращается непроизводительный период между посадкой и плодоношением. Ф. К. Эткинс (Atkins, 1974) повышенную норму внесения мицелия рассматривает как страховку на случай, если



в компосте сохранится какое-то количество аммиака и часть внесенного мицелия погибнет от его воздействия.

Большое значение имеет уплотнение компоста. Чем больше компоста вносится в ящики при инокуляции мицелия, тем больше будет масса отдельных грибов при сборе (при прочих равных условиях). Однако не следует забывать, что чем больше объем и плотность компоста и чем выше норма засева, тем больше опасность значительного повышения температуры компоста.

При инокуляции мицелия шампиньонов в ящиках необходимы специальные помещения для инкубации. Инкубационные камеры идентичны пастеризационным; их оборудование позволяет поддерживать постоянную температуру в течение нескольких дней. Ящики помещают в инкубационные камеры и выдерживают там 15—18 суток при температуре 22—25° С. После того как мицелий разрастается, покрыв  $\frac{7}{8}$  поверхности ящиков, их переносят в основное помещение, где позже будет производиться сбор урожая.

Важнейшими условиями для роста и развития мицелия являются соответствующие температура и влажность воздуха. После инокуляции температуру компоста в течение 7—10 дней необходимо поддерживать на уровне 20—25° С, после чего проводится проверка приживаемости мицелия. Для этого в нескольких местах осторожно приподнимают верхний слой компоста. Если мицелий разрастается к этому времени на 1—2 см вокруг посаженных кусочков или зерен, приживаемость считается хорошей; если же он только начинает разрастаться местами, приживаемость его считается слабой. Причиной слабой приживаемости мицелия Л. А. Девочкин (1975) считает его пониженную жизнеспособность или повышенную сухость компоста. В первом случае рекомендуется повторная инокуляция доброкачественным мицелием, во втором — осторожный равномерный полив компоста распылителями. Если в компосте поддерживается температура 25—27° С, то мицелий интенсивно развивается и на 12—14-й день после инокуляции разрастается на 3—5 см вокруг кусочков навоза или зерен.

В культивационном помещении во время разрастания мицелия постоянно должна поддерживаться влажность 90—95% для предотвращения высыхания поверхностного слоя компоста. Следует стремиться к обеспечению нужной влажности только за счет влажности воздуха культивационного помещения. Полива, по возможности, надо избегать. В Нидерландах для предохранения поверхности компоста от высыхания стеллажи укрывают газетной бумагой, которую периодически смачивают по мере ее подсыхания. В некоторых шампиньоноводческих хозяйствах Англии и США используют полиэтиленовую пленку, но это может послужить причиной опасного перегрева компоста. Во время развития мицелия нельзя допускать значительного повышения температуры компоста, поскольку уже при 30—32° С существует риск его гибели.

Многие исследователи считали одной из причин слабой приживаемости мицелия плохую вентиляцию помещения. По их мнению,

повышенное содержание углекислого газа в воздухе культивационного помещения снижает приживаемость мицелия и интенсивность его роста. Однако дальнейшими исследованиями установлено, что углекислый газ в значительной степени стимулирует вегетативный рост мицелия, а не угнетает его. Ряд авторов (Genders, 1969; Vedder, 1971; Gerrits, 1972 a, b; Девочкин, 1975) рекомендует избегать вентиляции культивационных помещений в период роста мицелия; при этом содержание углекислого газа может повышаться до 2,5—3%. Л. А. Девочкин (1975) отмечает, что повышенное содержание углекислого газа, стимулируя вегетативный рост мицелия, тормозит переход паутинистого мицелия в тяжистый и исключает возможность преждевременного образования плодовых тел. По данным Ф. К. Эткинса (Atkins, 1974), углекислый газ, выделяющийся в результате метаболической активности мицелия, до известного предела оказывает стимулирующее действие, а затем по мере увеличения концентрации подавляет дальнейший рост мицелия. Если культивационное помещение небольшое, то желательно проводить вентиляцию его в период роста мицелия.

Когда мицелий хорошо разрастается в компосте, можно приступить к насыпке покровной земли — гобтировке.

## ПОКРОВНЫЙ МАТЕРИАЛ

Покровный материал является средой, способствующей плодотворному развитию шампиньонов. Основными его функциями являются предотвращение высыхания компоста, поддержание постоянной влажности субстрата, защита его от резких колебаний температуры, предохранение мицелия от загрязнения спорами болезнетворных микроорганизмов и конкурентных грибов.

Образование плодовых тел зависит от поступления питательных веществ. Соотношение азота, фосфора и калия, так же как соотношение углерода и азота, определяет размер урожая при условии, что верхний земляной слой находится в оптимальном состоянии для передвижения питательных веществ. Например, в тех случаях, когда влажность и аэрация почвы недостаточны, мицелий склонен прорастать сквозь почву, создавая плотную белую пленку, или «строму», без образования плодовых тел (Storey, Edwards, 1951). Для доказательства этого положения Б. Столлер (1956) приводит пример с торфом. В условиях недостаточной аэрации воздух должен профильтровываться сквозь почву, чтобы вызвать плодоношение, иначе на поверхности гряд растет только мицелий. Лишь тогда, когда слой земли, пригодный для развития шампиньонов, насыпается над слоем непригодной земли, а не наоборот, возможно получение хороших урожаев. Из этого следует, что для начала плодоношения мицелий должен находиться в тесном контакте с почвенными частицами при наличии достаточного количества влаги и доступа кислорода.

Начиная с XVII ст. для того, чтобы вызвать плодоношение грибов, практиковалось покрытие поверхности инокулированного мицелием компоста слоем суглинистой почвы толщиной 2,5 см. В настоящее время для покрытия гряд применяют покровный материал различного состава. По мнению К. В. Рыбкиной (1971), для этих целей лучше всего использовать структурную дерновую землю без всяких добавок, преимуществом которой перед другими почвами является ее достаточная воздухопроницаемость и влагоемкость. Довольно часто в качестве покровного материала применяют илистый суглинок, суглинок, супесчаную почву, песок, измельченный известняк, огородную землю и т. д. Урожай шампиньонов с гряд, покрытых илистым суглинком или суглинком, обычно гораздо выше, чем с гряд, покрытых супесчаной почвой или песком. И. Г. Громов (1957) объясняет это тем, что покровный слой из песчаной почвы, обладая малой влагоемкостью, большой водо- и воздухопроницаемостью, быстро высыхает. Поэтому влажность такого слоя резко колеблется. Внизу слой из песчаной почвы часто бывает пересушенным, вверху — сухим. Все это отрицательно сказывается на развитии мицелия и плодоношении шампиньонов, несмотря на то что доступ воздуха к мицелию через земляную «покрышку» бывает хороший. Илистая почва, наоборот, обладает большой влагоемкостью, худшей водо- и воздухопроницаемостью, тем более если она бесструктурная. Такая земля, хотя и удерживает влагу, но плохо пропускает кислород и способствует накоплению углекислого газа, вредно влияющего на мицелий.

В современных западноевропейских шампиньоноводческих хозяйствах употребляется в качестве покровного материала смесь следующего состава: 75% мха сфагнома и 25% по объему известняка и песка. Во многих хозяйствах у нас и в Болгарии для покрытия шампиньонных гряд применяют байкальский торф (Ранчева, 1965 б). Торф просеивают через сито с отверстиями до 2 см и смешивают с поддерновым слоем почвы или с песчаной почвой и известняком в соотношении 5 : 1 : 1, или только с известняком (1 : 1). Байкальский торф имеет высокую влагоемкость и практически стерилен. Единственным недостатком торфяной почвы, как указывает Цв. Ранчева (1965 б), является то, что хотя она и стимулирует обильное плодообразование, но плодовые тела остаются мягкими, отличаются длинными ножками и рыхлостью. Это объясняется тем, что торф сильно удерживает влагу и трудно отдает ее плодовым телам грибов.

Б. Столлер (1956) рекомендует определять пригодность почвы для покрытия гряд на основании ее ионообменной способности. Тот факт, что при равном рН (4,8—5,0) большие урожаи получают, присыпая гряды торфом, а не землей, показывает влияние большей обменной способности торфа. Для правильного подбора почвы имеет значение ее влагоудерживающая способность. Например, засыпка субстрата смесью вермикулита и волокнистого торфа, содержащего 28% влаги, давала наивысшие урожаи (Bels -Koning,

1950), но и засыпка неволокнистым торфом (перегной) с влажностью 65 и 70—80% также давала весьма высокие урожаи. Урожаи бывают высокими на почвах с большей водоудерживающей способностью при условии, что аэрация достаточна.

Для засыпки гряд считаются более пригодными кальциевые почвы (в которых ионы водорода обменены на ионы кальция), потому что они способствуют поддержанию большой влагоемкости и аэрации. Благоприятной для культуры шампиньонов является реакция среды, близкая к нейтральной. Так, Э. Б. Ламберт (Lambert, 1941, 1961 а) считает, что оптимальной для шампиньонов является реакция среды 5,5—8; Я. Я. Гильс (Gils, 1968) — 6,8—7,8. Если реакция среды окажется более кислой, то для подщелачивания добавляют известь или мел.

Большое влияние на урожай шампиньонов оказывает структура почвы. Опыты Э. Б. Ламберта и Х. Хумфельда (Lambert, Humfeld, 1939) показали, что при колебании рН от 5,5 до 8,5, но при хорошей комковатой структуре почвы урожаи шампиньонов были примерно одинаковы. Однако структура почв, стабилизированная даже кальцием, может быть разрушена чисто механическими средствами, например увлажнением. Поэтому Р. Л. Эдвардс (Edwards, 1950 b) рекомендует начинать увлажнение гряд только после того, как мицелий шампиньонов пророс в почву, чтобы предупредить разрушение почвенных агрегатов. Опрыскивание небольшими количествами воды с интервалами в 3—4 дня вызывает меньшее разрушение почвенной структуры, чем сильное увлажнение при больших интервалах.

Содержание в покровной земле органического азота оказывает большое влияние на урожайность и качество плодовых тел. На почве, богатой азотом, образуется очень много плодовых тел, однако грибница не в состоянии их пропитать. Поэтому большинство плодовых тел погибает. Как показали опыты П. Куртье (Courtieu, 1949), на 1000 частей почвы должно содержаться органического азота от 0,07 до 0,18 частей. Богатая азотом покровная земля вызывает появление мелких плодовых тел с быстро раскрывающимися шляпками. На бедной азотом почве образуется небольшое число крупных плодовых тел, но с меньшим содержанием азотистых веществ.

Количество в почве фосфора и калия не влияет на урожай и внешний вид плодовых тел, хотя и установлена прямая зависимость между содержанием этих веществ в покровной земле и в плодовых телах. Существует зависимость между содержанием в почве извести и урожайностью грибов. Максимальный урожай получается при рН 7,2—8,2 и содержании на 1000 частей почвы 25—30 частей извести. Недостаток или избыток в почве извести значительно снижает урожай грибов.

На основании приведенных данных можно считать, что для покровного земляного слоя шампиньонных грунтов следует применять стерилизованную суглинистую или супесчаную мелкокомковатую

почву, содержащую небольшое количество перегноя и имеющую слабощелочную реакцию.

В отношении агротехнических приемов, связанных с покрытием гряд слоем земли, было установлено, что толщина этого слоя не является важным фактором: в СССР земляной слой на навозный грунт обычно насыпают толщиной 3—5 см, а за рубежом — 2—3 см. Толщина покровного земляного слоя зависит от механического состава почвы и влажности воздуха культивационного помещения. Чем легче по механическому составу почва и чем ниже и больше колеблется влажность воздуха в помещении, тем толще должна быть «покрышка» шампиньонного грунта. Если почва суглинистая и влажность воздуха в культивационном помещении повышенная и ровная, слой покровной земли должен быть 2—3 см; если почва супесчаная, а влажность воздуха пониженная и резко колеблющаяся — 4—5 см.

Лучшее время для засыпки — спустя 2—3 недели после посадки мицелия в компост. Однако, чтобы точнее определить срок насыпки земли на навозные грунты, надо учитывать не количество дней после посадки мицелия, а то, насколько он разросся вокруг посаженных кусков. Н. Г. Громов (1957) считает, что землю надо насыпать тогда, когда грибница разрастается вокруг посаженных кусков на 3—5 см; И. Х. Иванов и другие (1965) рекомендуют покрывать компост землей не ранее чем через 3 недели после посадки, когда мицелий разрастается вокруг места посадки на 8—10 см. Иногда мицелий прорастает на поверхность субстрата, образуя над «гнездом» серую пушистую «шапку». Это свидетельствует о том, что мицелий жизнеспособный, субстрат подготовлен правильно, можно ожидать хорошего урожая и следует безотлагательно приступить к укрытию гряд землей. Предварительно необходимо провести пастеризацию покровного материала.

Довольно часто для дезинфекции покровного материала применяется формалин. Обычно используется 4%-ный раствор формалина, который получают путем разведения одной части 40%-ного формалина в девяти частях воды. Для дезинфекции 1 м<sup>3</sup> почвы необходимо 20—30 л разведенного раствора, т. е. 2—3 л формалина. Формалин хорошо действует при высокой температуре. Покровный материал, обработанный формалином, покрывают брезентом и оставляют на 1—3 недели в помещении, расположенном вдали от площадки для компостирования. Удобным средством дезинфекции покровного материала является пропаривание. Материал, приготовленный для пропаривания, не должен быть сильно переувлажнен. Покровный материал следует пропаривать в течение 3 ч при температуре пара 70° С или 5 ч при температуре 65° С, или 7 ч при температуре 60° С. Для этого можно использовать гребенки из перфорированных труб, которые обычно применяются для пропаривания земли в теплицах. Продезинфицированной почвой покрывают гряды шампиньонов.

После закрытия поверхности субстрата землей температуру

в помещении снижают до 14—15° С. Снижение температуры используется как средство повышения влажности атмосферы и ускоряет начало плодоношения. Б. Столлер (1956) считает более вероятным, что действие пониженной температуры заключается в увеличении растворимости атмосферных газов, скорости воздушного потока путем уменьшения вязкости покровной земли и увеличения рН.

Как указывалось выше, влажность покровного земляного слоя в теплицах необходимо поддерживать на уровне 50—60% полной влагоемкости почвы. При такой влажности почва при сжатии в кисти руки слипается в комок, не оставляя на ладони мокрого следа. Полив обычно производят из соединенного с водопроводом резинового шланга с распылителем или же из ранцевого опрыскивателя, в крайнем случае из лейки с мелкой сеткой через каждые 1—5 дней в зависимости от срока высыхания грунта. Температура воды для полива гряд не должна быть ниже 10° С. Чем ниже влажность воздуха, чем больше вентиляция помещения, тем скорее высыхает грунт и тем, следовательно, чаще приходится поливать.

Существенное значение для культуры шампиньонов имеет влажность воздуха в помещении. Оптимальной считается влажность воздуха в пределах 85—90% с отклонением на 5% в ту или иную сторону. После полива гряд влажность воздуха повышается до 95%, но при нормальной вентиляции помещения она быстро понижается. В стеллажных шампиньонницах, подвалах, каменоломнях влажность воздуха не приходится регулировать, так как при нормальной влажности почвы она близка к оптимальной (85—90%).

Вентиляция культивационного помещения значительно влияет на урожайность шампиньонов. Поэтому помещение необходимо хорошо проветривать. Важно, чтобы содержание углекислого газа в воздухе шампиньонницы не превышало допустимой нормы — 0,5%. Вытяжные трубы в культивационном помещении должны быть наиболее совершенных конструкций, чтобы вентиляцию можно было регулировать. Кроме вытяжных труб следует установить электро-вентиляторы.

## **КУЛЬТИВАЦИОННЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ**

Для разведения шампиньонов пригодны разнообразные сооружения и естественные помещения при условии, что в них возможно поддерживать в течение всего процесса выращивания необходимый для культуры режим. Помещения для разведения шампиньонов делятся на наземные, куда относятся и полузаглубленные шампиньонницы, и подземные — каменоломни, шахты, подвалы и т. д.

### **Наземные шампиньонницы**

Среди сооружений этой группы надлежит выделить специализированные, т. е. специально построенные для разведения шампиньонов с учетом всех биологических особенностей культуры, и неспе-

специализированные, куда относятся различные хозяйственные сооружения, как-то: овощные теплицы, овчарни, картофелехранилища, сушильни для табака, сараи и т. д., приспособленные для выращивания шампиньонов путем дооборудования их различными приспособлениями, обеспечивающими поддержание теплового, воздушного и других режимов, необходимых для данной культуры.

Прежде чем перейти к характеристике наиболее распространенных типов специализированных и неспециализированных наземных помещений для выращивания шампиньонов, целесообразно привести основные требования, которым должно удовлетворять сооружение, предназначенное для культивирования шампиньонов. Основные требования к культивационным сооружениям для разведения шампиньонов наиболее четко сформулированы Д. И. Нацентовым и Н. Г. Вейнгардом (1937), Т. Буковским (1956), Н. Г. Громовым (1960) и Л. А. Девочкиным (1975). Заключаются они в следующем:

— В помещении для культивирования шампиньонов должны быть созданы условия для поддержания постоянной температуры. Л. А. Девочкин (1975) указывает, что параметры температуры должны быть  $15\text{--}16^{\circ}\text{C}$  с самыми минимальными отклонениями в сторону увеличения или уменьшения. Н. Г. Громов (1960) считает допустимой температуру  $13^{\circ}\text{C}$  с колебаниями в ту или иную сторону не более  $2^{\circ}$ , хотя тут же отмечает, что в отдельные периоды возможна температура на уровне  $20\text{--}30^{\circ}$ . По данным Д. И. Нацентова и Н. Г. Вейнгардта (1937), в помещении нужно поддерживать температуру воздуха  $12\text{--}15^{\circ}\text{C}$ , а грунта —  $17\text{--}18^{\circ}\text{C}$ . Следует отметить, что при современном интенсивном способе выращивания шампиньонов в помещениях для культивирования или в соседних с ними с целью поддержания необходимой в разные периоды работы с культурой температуры устанавливается оборудование для кондиционирования воздуха (Девочкин, 1975).

— В помещении для культивирования шампиньонов должна быть хорошая естественная вентиляция или же условия для установки вентиляционного оборудования, обеспечивающего возможность регулировать газовый режим, режим влажности воздуха и т. д. в течение всего цикла выращивания шампиньонов. В воздухе шампиньонниц не должен накапливаться углекислый газ, который в повышенных количествах отрицательно влияет на развитие культуры. Для этого, по данным Н. Г. Громова (1960), в течение 1 ч на  $1\text{ м}^2$  шампиньонного компоста должно поступать естественным путем или путем принудительной вентиляции  $2\text{--}3\text{ м}^3$  свежего воздуха. Относительная влажность воздуха, которая в оптимальном варианте должна быть на уровне 85% с отклонениями в сторону повышения или понижения 5%, также регулируется соответствующей вентиляцией помещения (Нацентов, Вейнгардт, 1937; Громов, 1960).

— Помещение должно быть надежно защищено от попадания солнечного света.

— По размерам и конфигурации помещение должно удовлетворять требованиям удобства выполнения всех этапов технологического

процесса при работе с культурой шампиньона, а в современных шампиньоноводческих хозяйствах с интенсивным способом выращивания культуры — обеспечивать возможность механизации всех этапов.

Кроме этих основных требований, предъявляемых непосредственно к помещению для выращивания шампиньонов, существует

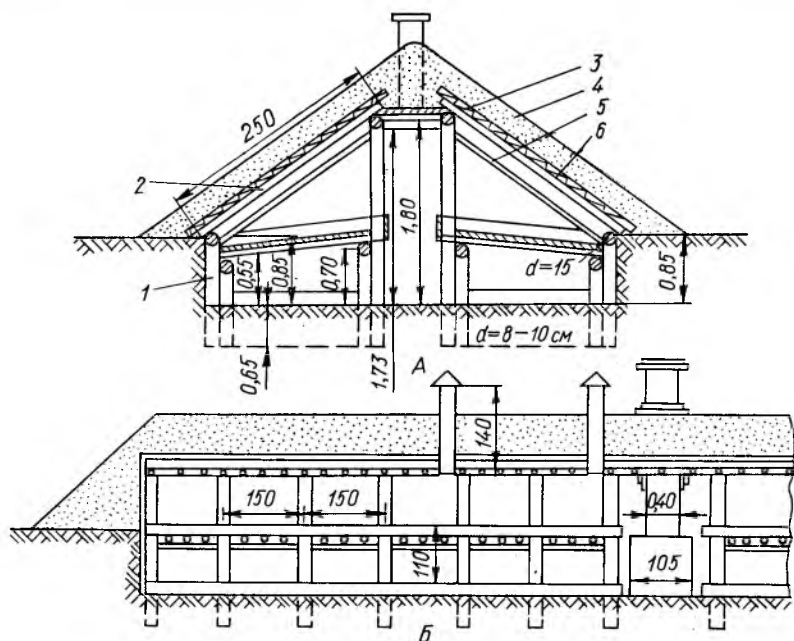


Рис. 22. Московская 4-стеллажная шампиньонная теплица (по Громову, 1960):

А — поперечный разрез, Б — продольный разрез; 1 — настил теса, 2 — стропила, 3 — кровля из шевелки 15 мм, покрытые внахлестку, 4 — перегород из земли 35—40 см, 5 — брусок 6—8 см, 6 — солома 10—15 см.

еще ряд дополнительных требований, связанных с размещением помещения. Для рационального и рентабельного ведения хозяйства желательно, чтобы помещения для разведения шампиньонов были расположены: а) в местах с хорошими транспортными средствами; б) вблизи от хозяйств — поставщиков навоза и перегнойной земли хорошего качества; в) рядом с источником водоснабжения.

В довоенный период в СССР в шампиньоноводческих хозяйствах были широко распространены Московская 4-стеллажная (рис. 22), Ленинградская 4-стеллажная, Харьковская 7-стеллажная (рис. 23), Киевская 13-стеллажная теплицы и различные их варианты (Нацентов, Вейнгардт, 1937; Панов, 1950; Громов, 1960; Черних, 1961; Касаткин, 1972). Необходимость более интенсивного и рентабельного ведения культуры шампиньонов привела к созданию новейших конструкций шампиньонниц, в которых благодаря использованию последних достижений науки и техники механизации



рованы практически все процессы (кроме сбора) в цикле культуры шампиньона. Особое внимание в этих шампиньонницах новейших конструкций, которые получили широкое распространение в крупных специализированных шампиньоноводческих хозяйствах Нидерландов, Англии, США и других стран, уделяется автоматиче-

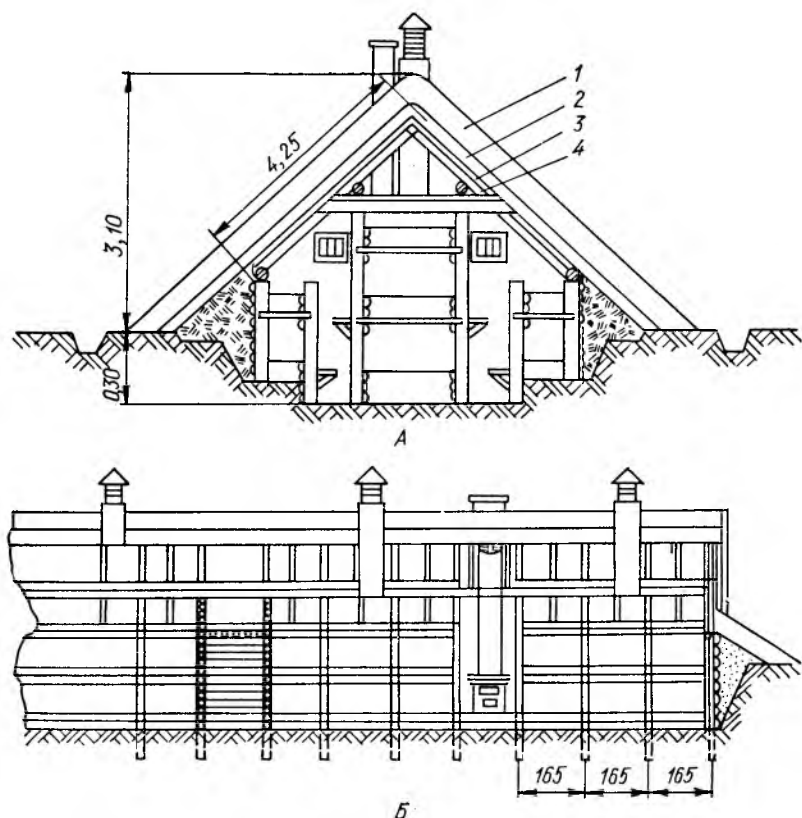


Рис. 23. Харьковская 7-стеллажная шампиньонная теплица:

А — поперечный разрез, Б — продольный разрез, 1 — сухая земля 35 см; 2 — солома 15 см в уплотненном состоянии; 3 — стропила из пластин  $20 \times 10$  см или — 15 см; 4 — прогон 19 см.

ской регулировке условий в помещениях для выращивания, а именно регулировке температурного и газового режимов, режима влажности и т. д. на разных фазах выращивания шампиньонов. Для этой цели шампиньонницы оборудуют установками для кондиционирования воздуха, автоматически включающимися и выключающимися обогревательными устройствами, приборами для автоматического увлажнения воздуха и грунта. Описание современной шампиньонницы, которая широко используется в настоящее время в Нидерландах при однозональной системе выращивания, приводят Л. А. Девочкин (1973, 1975), А. А. Жемойц и В. К. Орехов (1974).

Оптимальный размер культивационной камеры, которая представляет собой важнейшую ячейку такой шампиньонницы, составляет 150—200 м<sup>2</sup>. Минимальное количество камер равно 3, максимальное — 24; довольно часто строятся шампиньонницы из 12 камер. Культивационные камеры расположены в два ряда, которые соединены между собой коридором. Обязательными компонентами такой стандартной шампиньонницы являются также котельная, подсобное помещение, в котором хранятся инвентарь, тара, временно находится собранная продукция. В образцовых шампиньонницах помимо указанных помещений имеется склад для ядохимикатов, ремонтная мастерская, комната для обслуживающего персонала. Такой комплекс из серии камер и других необходимых для нормального функционирования шампиньонницы сооружений окружен со всех сторон бетонированной площадкой, ширина которой 8—10 м. Это площадка позволяет с помощью машин проводить загрузку камер шампиньонными грунтами, гобтировку и другие операции.

Полезная площадь камер составляет 150—200 м<sup>2</sup>, что рассчитано (при ручном труде и малой механизации) на трех-четыре рабочих, которые за день управятся с выполнением основных операций. Размеры такой камеры следующие: длина 16—18 м, ширина 5,86 м, высота 3,7 м. Внутри камеры два ряда 5-ярусных стеллажей шириной 1,4 м каждый. Стеллажи снабжены металлическими опорами, на которых крепятся равноплечие, также металлические кронштейны. На них укладывают деревянные доски или планки: нижние составляют плоскость, на которую загружаются шампиньонные грунты, а боковые предотвращают их рассыпание. Глубина компоста на стеллаже 20 см, расстояние между кронштейнами без компоста 61 см. Такого расстояния достаточно, чтобы средствами малой механизации выполнять посадку мицелия, трамбовку и полив компоста. Двухрядное размещение стеллажей в камерах такого объема оставляет достаточно места для проведения различных операций, сопровождающих соответствующие циклы выращивания шампиньонов. Так, внутри камеры имеются центральная (между стеллажами) — 1,18 м — и две боковые (у стенок) — 0,92 м — дорожки. Кроме того, имеются две торцовые дорожки: ширина дорожки у рабочей части коридора 1,5 м, а у противоположной стенки 1 м. Кроме стеллажей каждая камера оборудована системой кондиционирования воздуха (подогрев, охлаждение, увлажнение и очистка от примесей вредных газов, в первую очередь углекислого) и системой циркуляции воздуха внутри помещения.

Для строительства такого шампиньонного комплекса используют материалы, которые наилучшим образом обеспечивают тепло- и влагонепроницаемость. В Нидерландах для наружных стен шампиньонницы используют кирпич и блоки газобетона с воздушной подушкой между ними (ширина подушки 5 см); для внутренних стен между культивационными камерами — газобетонные блоки, также с воздушной прослойкой между ними (Gils, 1968). Толщина внешних стен — 34,5 см, внутренних — 33 см. Потолочное перекрытие делают из волнистых асбоцементных плит, укладывая их на балки из оцинкованного металла. Для заделки щелей, которые образуются между плитами, используют битумные бандажки, а затем все перекрытие заливается слоем водонепроницаемой битумной эмульсии.

Теплоизоляция потолка достигается тем, что сверху на слой битумной эмульсии кладут слой минеральной ваты, полистирена в гранулах или какого-либо другого вещества с низкой теплопроводностью. Иногда для этой цели используют местные материалы типа мякины, льняной костры, но применение их менее рационально из-за сравнительной недолговечности.

Повышенная влажность воздуха, характерная для культивационных камер в процессе выращивания шампиньонов, выдвигает необходимость проведения дополнительных работ по теплоизоляции камер. Для этой цели в шампиньонных комплексах Нидерландов были апробированы различные материалы, в том числе алюминиевая фольга, гидроасфальт, различные синтетические пленки и т. д. (Soest, 1967). В настоящее время принято покрывать внутренние стены шампиньонницы битумной эмульсией, а затем окрашивать их синтетическими красками в белый цвет (Девочкин, 1975). Кроме того, в каждой культивационной камере в полу монтируется колодец для стока излишка воды. Колодец снабжен грязеуловителем и закрыт решеткой с размером ячеек  $2,5 \times 2,5$  см.

В Нидерландах уделяется большое внимание усовершенствованию конструкций наземных культивационных помещений для выращивания шампиньонов. Этой работой занимается коллектив Института техники в садоводстве в г. Вагенинген. В связи с постоянным прогрессивным изменением технологии производства шампиньонов происходит поиск наиболее совершенных, соответствующих новым технологическим приемам конструкций культивационных камер и шампиньонных комплексов в целом. Одновременно преследуется цель создания недорогих и легких в исполнении проектов шампиньонниц. Одна из последних новинок института в г. Вагенинген — спаренные культивационные камеры с полезной площадью 380—400 м<sup>2</sup>.

Наряду с описанным выше типом наземных шампиньонниц, пригодным для однозональной системы выращивания грибов, в Нидерландах имеются и шампиньонницы, в которых грибы выращиваются по многозональной системе. Если в шампиньонном комплексе однозонального типа все процессы — от наполнения стеллажей компостом и его пастеризации вплоть до сбора урожая проводятся в культивационной камере, то в шампиньонном комплексе многозонального типа, где выращивание грибов обычно идет в ящиках или в других контейнерах, практически все эти операции проводятся в разных помещениях. Этим и объясняется иная планировка многозонального шампиньонного комплекса. Здесь имеется специально оборудованное помещение для набивки контейнеров шампиньонными грунтами, посева мицелия и нанесения земляного покрытия. Отсюда по конвейеру ящики или лотки с компостом переходят в камеры пастеризации, затем транспортером они опять подаются в помещения, где производятся посев и гобтировка, и только после этого поступают в культивационные камеры.

Следует отметить, что обязательным и в случае однозональной, и в случае многозональной систем выращивания является строи-

тельство рядом с шампиньонным комплексом (на расстоянии 20—50 м от культивационных камер, чтобы избежать возможного заражения шампиньонов болезнями или вредителями) цеха для приготовления компоста и цеха для приготовления покровной земли.

Нидерландские шампиньонные комплексы, особенно для однозональной системы выращивания шампиньонов, получили широкое распространение не только у себя в стране. К. Шудыга (Szudyga, 1975) сообщает, что в Польше при строительстве шампиньонных комплексов использована документация, полученная из Бельгии и Голландии, и приводит описание типовой одинарной камеры, распространенной в Нидерландах:

Полезная площадь 180—200 м<sup>2</sup>, размером 16 × 5,6 × 3,7 м, с двумя рядами стеллажей 1,4 м шириной с одним центральным проходом между ними, ширина которого 1,1 м, и двумя боковыми, ширина каждого из которых — 0,85 м.

Поиск оптимальных конструкций шампиньонниц — специализированных наземных помещений для круглогодичного выращивания шампиньонов проводится не только в Нидерландах, но и в других странах — крупных производителях шампиньонов. Так, в Дании создан проект наземной шампиньонницы из дерева и алюминия с установкой для кондиционирования воздуха и современным оборудованием для обогрева помещений (Жемойц, 1970); в Англии и США сконструированы блочные шампиньонницы с покрытием округлой формы (Громов, 1960). Н. Г. Громов еще в 1960 г. привел описание английской шампиньонницы Эткинса:

Полезная площадь 93 м<sup>2</sup> (инвентарная 71,5 м<sup>2</sup>), размеры 14,6 × 4,9 × 2,4 м. Строительные материалы, необходимые для сооружения этой шампиньонницы, — кирпич, шлакоблоки или железобетонные блоки, металл, дерево. Внутри шампиньонницы двумя рядами расположены 3-ярусные стеллажи, между которыми имеется центральный проход шириной 0,91 м. Кроме того, имеются два прохода между стеллажами и стенками шампиньонницы по 0,76 м каждый. Длина стеллажей 12,8 м, ширина — 1,2 м. Воздухообмен в шампиньоннице Эткинса осуществляется с помощью двух приточных отверстий в стене на уровне пола и семи вытяжных отверстий в двускатной крыше. Отопление центральное водяное.

Конструкцию современной английской шампиньонницы описывает Р. Гендерс (Genders, 1969). Как и в нидерландских современных шампиньонных комплексах, в Англии совмещают несколько культивационных камер, создавая таким образом блок из 10—12 секций. В качестве основного строительного материала используется асбоцемент, для теплоизоляции между внешней и внутренней стеной из асбоцемента помещают стекловолокно, которое не плесневеет, не поражается насекомыми, вредителями и, кроме того, относится к плохо воспламеняющимся материалам.

Каждая секция имеет длину около 12 м, ширину около 5,5 м и вмещает два ряда стеллажей, между которыми имеется центральный проход 0,9 м шириной и два боковых прохода между стенкой камеры и стеллажом 0,76 м шириной каждый. Полезная площадь такой камеры составляет около 300 м<sup>2</sup>. В камерах предусмотрены кондиционеры или различного типа вентиляция.

В Англии сконструированы специальные мощные вентиляторы типа «Торнадо» для шампиньонниц. Такие вентиляторы со скоростью 1600 об/мин осуществляют обмен воздуха около 100 м<sup>3</sup>/мин. Для обогрева шампиньонниц промышленность Англии выпускает различное отопительное оборудование — водяное, паровое, электрическое, работающее на парафиновом масле. В последнее время широкое распространение получили термостатированные обогревательные системы фирм «Экко», «Хумекс», «Конит» и других, которые используются зимой для обогрева шампиньонниц, обеспечивая циркуляцию теплого воздуха в культивационных камерах, а летом — для охлаждения, обеспечивая циркуляцию холодного воздуха. Это же вентиляционное и обогревательное оборудование может быть использовано и в другом типе английских шампиньонниц для однозональной системы выращивания, который получил довольно широкое распространение в шампиньоноводческих хозяйствах этой страны и представлен цементными портативными домиками, напоминающими гаражи. Каждый такой домик — одна культивационная камера — связан со следующим; весь блок напоминает собой батарею (Genders, 1969).

Пол в современных шампиньонницах всех описанных выше типов делают в настоящее время из цемента, так как это покрытие позволяет поддерживать и в культивационных камерах, и в других помещениях надлежащую чистоту и проводить гораздо более эффективную дезинфекцию, чем это возможно при земляном покрытии.

Таковы основные типы конструкций специализированных наземных поверхностных и полузаглубленных шампиньонниц, которые в разные периоды получили распространение у нас в стране и за рубежом. Кроме того, как уже отмечалось выше, для разведения шампиньонов в разных странах, в том числе в СССР, ГДР, Болгарии и других, используются различные неспециализированные наземные сооружения. Так, в СССР начиная с 30-х годов широкое распространение получило использование остекленных овощных теплиц и парников, особенно в умеренной зоне, для выращивания шампиньонов в осенне-зимний период — начиная с сентября и до февраля, когда световой день становится недостаточным для рентабельного выращивания овощей (Нацентов, Вейнгардт, 1937; Панов, 1950, 1956; Громов, 1960; Чермных, 1961; Рыбкина, 1971; Касаткин, 1972, и др.). Шампиньон является культурой, нетребовательной к свету, и поэтому хорошо растет в овощных теплицах при благоприятных температурном и воздушном режимах и в этот период. Первые опыты по выращиванию шампиньонов в овощных теплицах были проведены сотрудниками Института овощного хозяйства и подмосковных колхозах и совхозах (в частности, в колхозе «Смычка», совхозе «Марфино» и др.) в 1930 г. и в последующие годы. Эти опыты показали эффективность такого использования овощных теплиц в осенне-зимний период. Впоследствии оказалось, что для выращивания шампиньонов пригодны овощные теплицы различных типов, в том числе и грунтовые (блочные, ангарные и др.). В после-

военные годы широко используются для выращивания шампиньонов овощные теплицы в подмосковных совхозах «Марфино», «Тепличный», «Заречье», колхозах «Память Ильича», «Красный огородник» (Латышев, 1958; Зверев, Вишневский, 1958; Черепанин, 1958; Прищип, 1962; Шелудько, 1962; Напентов, 1966), на Донецкой овоще-картофельной станции (Чермних, 1961), в колхозах в окрестностях г. Минска (Касаткин, 1972) и других районах нашей страны. Обязательным условием для культивирования шампиньонов в овощных теплицах, полностью свободных в осенне-зимний период от овощей, является затемнение остекленной кровли, так как шампиньоны не выносят прямого солнечного света. В качестве материала для затемнения теплиц с внутренней стороны применяют темную бумагу, темную полиэтиленовую пленку, рогожу, мешковину и другие светонепроницаемые материалы.

Экономически выгодным оказалось использование овощных теплиц для совместного выращивания шампиньонов и некоторых овощей, в первую очередь тех, которые не очень требовательны к высокой температуре: лук, петрушка и др. (Зверев, Вишневский, 1958; Черепанин, 1958).

В СССР в качестве наземных неспециализированных помещений для выращивания шампиньонов используются не только овощные теплицы, но и парники (Панов, 1959), пустующие овощехранилища (Панов, 1956), складские помещения (Кудревич, 1958). В Болгарии практикуется выращивание шампиньонов в овчарнях и сушильнях для табака (Стаменов, 1962; Недялков, 1973). В ГДР и ФРГ используются для этой цели сушильни для табака (Intensivanbau..., 1971), картофелехранилища (Schieber, 1970a, b, 1971; Schieber, Kaiser, 1973), плодоовощехранилища (Hohmann, Reinken, Steineck, 1970a, b).

Возможность использования различных неспециализированных наземных сооружений для выращивания шампиньонов обеспечивает дополнительный урожай этого ценного питательного продукта в тех случаях, когда количество специализированных шампиньонниц ограничено. Однако, планируя использование того или иного помещения, первоначальное назначение которого было иным, чем камера для культивирования шампиньонов, в первую очередь необходимо установить, соответствует ли это помещение требованиям культуры к микроклимату на различных фазах роста. Только соответствующие биологическим особенностям культуры шампиньонов условия температуры, газового состава и влажности воздуха, т. е. собственно микроклимат помещения для выращивания, обеспечат стабильные высокие урожаи.

В развитии шампиньонов различают четыре периода, в течение которых требования культуры к температуре, влажности, содержанию  $\text{CO}_2$  в воздухе отличаются. Так, в период приживаемости и разрастания мицелия температура воздуха не имеет существенного значения, а относительная влажность воздуха составляет 90—95%; в период активного роста мицелия относительная влажность должна

быть снижена до 85—90%. В период формирования плодовых тел относительная влажность воздуха составляет 80—90%, температура воздуха — 16—17° С; в период плодоношения — соответственно 80% и 15° С.

Строгое соблюдение всех указанных выше условий микроклимата на разных фазах развития шампиньонов возможно только в специализированных шампиньонницах, оборудованных системой для кондиционирования воздуха в сочетании со специальными фильтрами для микробиологической стерилизации воздуха, мощными вентиляторами, каналами для поступления свежего воздуха и выведения отработанного (Kindt, 1961; Lovelidge, 1964; Gils, 1970). Производственная мощность оборудования должна быть рассчитана на подачу 1000—1200 м<sup>3</sup>/ч свежего воздуха на одну культивационную камеру, полезная площадь которой 180—200 м<sup>2</sup>. Это количество воздуха обеспечивает надлежащую вентиляцию камеры. Кроме того, для циркуляции воздуха в такой камере 10—15 раз в течение 1 ч нужно еще 3000 м<sup>3</sup> воздуха за этот же период. Приведенные цифры свидетельствуют о том, что для обеспечения необходимого для развития шампиньонов температурного и газового режимов в камерах нужно мощное современное оборудование. Только в специализированных помещениях, имеющих все необходимое оборудование для создания благоприятного микроклимата на разных фазах развития шампиньонов, могут быть получены высокие урожаи — порядка 20 кг с 1 м<sup>2</sup> полезной площади. В неспециализированных помещениях, где обычно отсутствует современное вентиляционное и отопительное оборудование, не говоря уже о системе кондиционирования воздуха, не всегда удастся создать необходимые температурные условия, поддерживать на нужном уровне концентрацию СО<sub>2</sub> и влажность воздуха, а поэтому и получаемые здесь урожаи шампиньонов гораздо ниже — порядка 5—6 кг, в лучшем случае 8—10 кг с 1 м<sup>2</sup> полезной площади.

### **Подземные культивационные помещения**

Издавна для выращивания шампиньонов использовали каменоломни, старые шахты, пещеры, подвалы, бывшие бомбоубежища, устроенные в горах, старые разработки гипса или холодильники для пивоваренного производства и т. д. Впервые промышленным выращиванием шампиньонов стали заниматься во Франции именно в каменоломнях и старых шахтах, где на протяжении всего года сохраняется постоянная температура (12—14° С) и которые благодаря этому представляют собой готовые культивационные помещения. Издавна используют для выращивания шампиньонов карьеры — пустоты, образовавшиеся в результате добычи гипса или известняка. Поэтому производство шампиньонов во Франции (Carpentier, 1971) развито в местах добычи этих материалов (Парижский район, Уаза, Эна) и, кроме того, в Турене и Бордосском районе, где такие каменоломни с давних пор используют под винные погреба. В Италии,

Нидерландах, Швейцарии, США, Бельгии и Венгрии выращивание шампиньонов производится также в подземных пещерах и каменоломнях. Широко используются в Венгрии старые подземные выработки в окрестностях Будапешта, где размещены винные подвалы «Будафок».

Использование подземных выработок для выращивания шампиньонов привлекает тем, что при этом на 30—40% снижаются капитальные затраты на сооружение камер для выращивания при одновременном снижении на 20—25% затрат на кондиционирование воздуха в камерах. В горных выработках температура и влажность воздуха на протяжении всего года стабильны и являются оптимальными для производства шампиньонов. Для успешного выращивания шампиньонов чрезвычайно важен правильный выбор карьера. Ж. Л. Карпантье (Carpentier, 1971) приводит три основных критерия классификации карьеров: удобство доступа, температура, влажность.

Шампиньоны можно выращивать в карьерах с горизонтальным входом и шахтного типа. Первые часто довольно просторны, обычно с широким входом и прямыми галереями, позволяющими въезд автомашин, что является огромным преимуществом. Карьеры шахтного типа менее удобны, так как загрузка и выгрузка компоста, подъем урожая, спуск оборудования осуществляются по лестнице или при помощи подъемника. Такие карьеры из-за трудности их эксплуатации в настоящее время постепенно заменяются другими культивационными помещениями и сохранились лишь во Франции в окрестностях Парижа.

По температурному режиму, поддерживаемому в карьерах, различают холодные и теплые карьеры. Температура воздуха в холодных карьерах колеблется от 6 до 12°С. В таких помещениях грибы растут медленно, но качество продукции довольно высокое. Большим преимуществом является то, что низкая температура ограничивает распространение некоторых болезней. В теплых карьерах температура воздуха составляет 12—18°С. Грибы здесь растут быстро, однако увеличивается угроза заражения. Шампиньоны, выращенные в теплых карьерах, обычно менее плотные, их внешний вид хуже. Оптимальными для выращивания шампиньонов являются карьеры или погреба с умеренной температурой — 10—14°С в любое время года.

Уровень влажности в карьере зависит от проницаемости грунта и от близости подземных вод, а также от просачивания влаги через щели в стенах и потолке помещения. Различают сырые и сухие карьеры. В сырых карьерах высокий уровень влажности является крупным недостатком, так как сказывается на качестве шампиньонов, ухудшая внешний вид и вызывая различные болезни в процессе выращивания. Однако и выращивание шампиньонов в сухих карьерах имеет свои неудобства, так как при нерегулярном увлажнении возрастает угроза нарушения ферментации компоста, что требует регулярного периодического полива поверхности гряд.



При выборе карьеров для выращивания шампиньонов необходимо учитывать и форму выростного помещения, например в прямоугольном карьере с высоким потолком сложно регулировать вентиляцию и поддерживать необходимую влажность воздуха. Поэтому Ж. Л. Карпантье (Carpentier, 1971) рекомендует в таких карьерах произвести определенные переделки: опустить потолок при помощи синтетического покрытия или соорудить перегородки, чтобы ограничить скорость циркуляции воздуха. Если карьер узкий, с многочисленными неудобными тупиками, необходимо оборудовать проходы для транспортных устройств и установить перегородки для обеспечения хорошей циркуляции воздуха во всем карьере.

В ФРГ нередко для выращивания шампиньонов используются бывшие гипсовые выработки. Как отмечает В. Хунте (Hunte, 1973), отрицательным фактором при выращивании шампиньонов в этих выработках являются трудности, связанные с вентиляцией, так как заменить тяжелый холодный воздух можно только произведя значительные технические затраты. Кроме того, опыт показал, что использование помещений без твердого пола, с осыпающимися стенами и потолками не позволяет обеспечить достаточную их дезинфекцию. Поэтому при использовании бывших гипсовых выработок для выращивания шампиньонов практикуется устройство в штольнях потолков и стен и бетонирование полов.

Наиболее пригодны для выращивания шампиньонов подземные помещения, расположенные не глубже 10—15 м от поверхности земли (Девочкин, 1975), потому что такая глубина позволяет построить удобные подъездные пути и вентиляционные установки.

Опыты, проведенные Л. А. Девочкиным (1975) в каменоломнях Донецкой области, показали большую перспективность культивирования в них шампиньонов. Оборудование культивационных помещений в каменоломнях не требует больших капитальных затрат, высота выработок позволяет применять механизмы для выполнения трудоемких процессов и вести культуру в несколько ярусов контейнерным или стеллажным способом.

Довольно выгодно и удобно выращивать шампиньоны в подвалах и полуподвалах (рис. 24). Преимущество подвальных помещений состоит в том, что в них относительно легко можно поддерживать требуемый температурный режим; ограждающие стены, заглубленные в грунт, во всякое время года затрудняют обмен между наружной и внутренней температурой. Например, в ФРГ фирма «ЭПИ В Хунте» уже 40 лет широко использует подвалы, принадлежавшие прежде прядильной и ткацкой мануфактурам (Hunte, 1973). В ГДР для выращивания шампиньонов в летний период используются подземные картофелехранилища (Schieber, 1970a, b, 1971; Schieber, Kaiser, 1973), в Венгрии — туннели, в которых применяются теплоизолирующие оболочки из синтетических материалов (Peregi, 1971).

Учитывая большую эффективность организации промышленного производства грибов в горных выработках, были изучены наши воз-

возможности в этом направлении и, по данным Госстроя СССР, установлено, что в стране имеются огромные площади учтенных неиспользуемых горных выработок, отвечающих техническим требованиям производства шампиньонов. Площадь таких выработок только в Молдавской ССР, Украинской ССР, РСФСР и Эстонской ССР составляет 3 млн. м<sup>2</sup>, что позволит создать на этих площадях про-

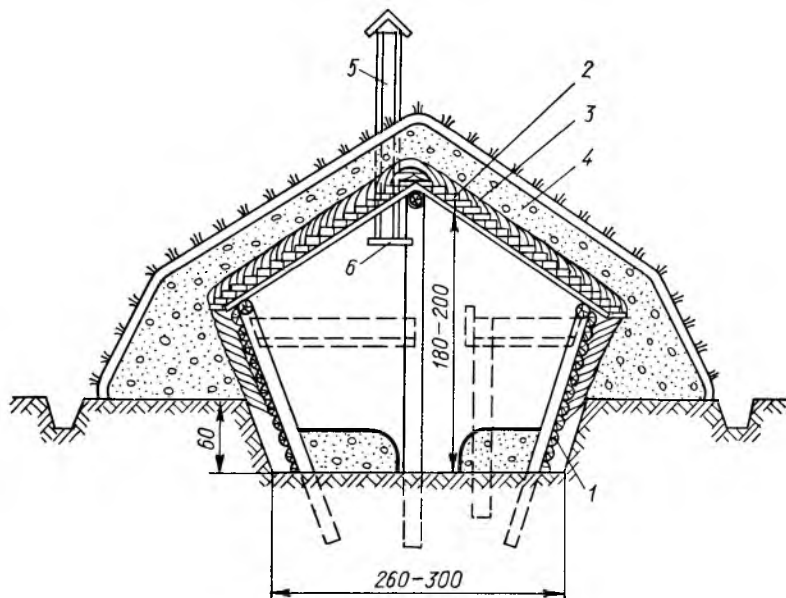


Рис. 24. Полуподвал для выращивания шампиньонов:

1 — деревянные крепления, 2 — перекрытие из теса, 3 — слой соломы, 4 — слой земли, 5 — вытяжная труба, 6 — заслонка.

мышленное производство более 200 тыс. т шампиньонов в год (Васер, Дудка, Фрид та ін., 1976).

Важной задачей в деле дальнейшего развития культуры шампиньонов в СССР является восстановление ее в тех каменоломнях, где она в свое время успешно развивалась. Массовая производственная культура шампиньонов в Артемовских каменоломнях в 1933—1936 гг. показала, что средние урожаи здесь были не ниже, чем в специализированных московских шампиньонных теплицах (Панов, 1950). В подобного рода пещерах и каменоломнях с 1933 г. успешно выращиваются шампиньоны в Одессе и в Крыму.

## ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ

В современном промышленном грибоводстве существуют различные системы выращивания шампиньонов — однозональная и многозональная, каждая из которых имеет принципиальные отличия в технологии культивирования. При однозональной системе весь цикл

выращивания шампиньонов проходит в одном культивационном помещении, при многозональной — в двух и более специализированных помещениях, имеющих оптимальные условия для каждой определенной фазы роста и развития грибов.

### Однозональная система выращивания

**Культивирование на грядах.** Наиболее старым способом культивирования шампиньонов является выращивание их на грядах, которые устраиваются в хорошо очищенных и продезинфицированных помещениях. Шампиньонные гряды представляют собой небольшие хорошо утрамбованные кучи компоста шириной 25—35 см, форма

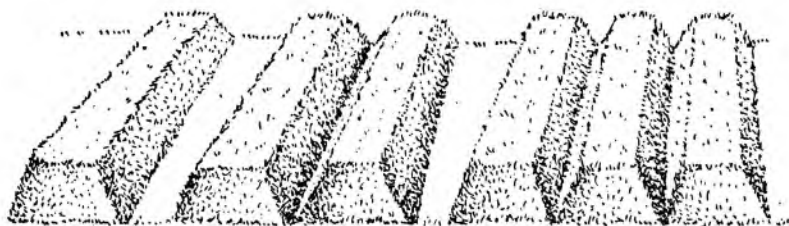


Рис. 25. Одно-, двух- и трехгребневые гряды.

и длина которых зависят от характера помещения. Шампиньоны выращивают на грядах, высота которых зависит от условий помещения. Ж. Л. Карпантье (Carpentier, 1971) указывает, что в холодных высоких помещениях высота гряд должна быть больше, чем в низких и теплых, чтобы избежать ее охлаждения, неблагоприятно отражающегося на развитии мицелия. Однако не следует забывать, что слишком высокие гряды не экономичны, так как мицелий не использует полностью предназначенного для него навоза.

Компост для выращивания шампиньонов закладывают в виде гряд разнообразной формы. Наиболее распространены гряды-холмы, т. е. гряды с выпуклой поверхностью, благодаря которой они имеют большую площадь для посадки. В различных хозяйствах размер гряд колеблется от 40 × 40 до 75 × 75 см. Эти гряды бывают одно-, двух- и трехгребневые (рис. 25). Последние наиболее выгодны, так как при них дорожки имеют ширину около 30 см и занимают меньшую часть площади помещения (Громов, 1960).

Гряды закладывают в два-три слоя, утрамбовывая каждый слой по мере его укладки и уплотняя их с боков и сверху. При закладке двухгребневых гряд, шириной до 1,40 м, сначала вносят один слой компоста на всю ширину гряд, уплотняют его, а затем формируют на нем два гребня, высотой до 0,5 м, оставляя между ними расстояние около 30 см. Как показал многолетний опыт шампиньоноводства, наиболее экономически выгодны трехгребневые гряды с малыми гребнями, шириной 40 × 40 см, соединяющимися между собой слоем компоста около 10 см. Опыты, проведенные в совхозе «Теп-

личный» (Громов, 1960), убедительно показали, что трехгребневые гряды имеют несомненные преимущества перед плоскими одно- и двухгребневыми. Урожай грибов на трехгребневых грядах был выше на 67—71%, чем на плоских, т. е. увеличился почти пропорционально площади поверхности гряд. Урожай грибов на 1 т навоза при выращивании на трехгребневых грядах в этом же совхозе также оказался значительно выше: 83,5 кг на трехгребневых грядах против 60,7 кг на плоских грядах. Н. Г. Громов считает наиболее выгодным отношение объема трехгребневых гряд к их плодоносящей поверхности 1 : 6,4. Сбор урожая с трехгребневых гряд не со-

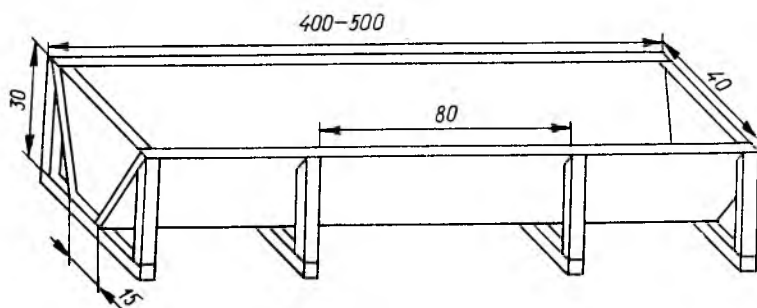


Рис. 26. Форма для шампиньонных гряд (по Громову, 1960).

ставляет трудности, так как до средней гряды можно достать с обеих сторон и, следовательно, обработать все три гряды с обеих сторон.

Одно-, двух- и трехгребневые гряды удобно формировать при помощи специальных форм — деревянных или из листового железа (рис. 26). Размеры ящиков-форм в одном хозяйстве должны быть едиными, однако в зависимости от условий они могут меняться в определенных пределах. Компост для выращивания шампиньонов вносят в формы тремя слоями и уплотняют, особенно тщательно уплотняют нижний слой, который после переворачивания формы окажется верхним. Нижние же слои уплотнятся под влиянием давления сверху. Степень уплотнения компоста в формах зависит от его состава. Компост с большим содержанием соломы рекомендуется особенно хорошо уплотнить, так как он пружинит и легко разрыхляется. Компост, в состав которого входит больше навоза, следует уплотнять меньше, так как он уплотняется под собственным весом (Hunte, 1973). Большое значение для степени уплотнения компоста имеет его влажность. Для того чтобы избежать приклеивания компоста к стенкам ящиков, их следует обрабатывать порошкообразной углекислой известью.

Плоские гряды особенно рекомендуются для летних месяцев, потому что у этих гряд относительно небольшая наружная поверхность и они не так быстро высыхают, как выпуклые гряды. В зависимости от размеров и формы помещений для выращивания шампиньонов плоские гряды в них можно располагать различными, наиболее удобными для данного помещения способами. Для устройства

таких гряд можно также применять деревянные рамы, в которые компост укладывают в два слоя и уплотняют. После уплотнения высота плоских гряд должна быть 20—25 см.

В шампиньоноводческих хозяйствах Пенсильвании, производящих более 60% всех шампиньонов, выращиваемых в США, укладывают гряды высотой 20 см и шириной 1,5—1,8 м с проходами с каждой стороны для проведения уборки, полива и мероприятий по защите от болезней и вредителей. Обычно делается шесть-семь рядов таких гряд (Snetsinger, 1970). В некоторых хозяйствах часто между плоскими грядами не оставляют проходов, а лишь прокладывают мостики примерно через каждые 1,5 м для удобства полива гряд и сбора урожая.

**Система стеллажей.** При традиционной системе культивирования шампиньонов гряды для выращивания устраивали только на полу культивационных помещений. С целью более полного использования площадей, а также для удобства осуществления всех операций были разработаны новые системы выращивания шампиньонов. Многоярусное размещение гряд не только значительно увеличивает площади сбора урожая, но и ощутимо уменьшает опасность инфекции, всегда представляющей угрозу для хозяйства. Стеллажный метод выращивания шампиньонов получил распространение по всей Европе и особенно в Англии, Нидерландах, Дании, ФРГ. В СССР стеллажные теплицы используются в шампиньонных хозяйствах Московской области. При этом способе выращивания шампиньонов навоз укладывают не на пол, а на стеллажи, устроенные один над другим. Загружают, как правило, пять ярусов. Вначале стеллажную систему применяли для выращивания шампиньонов в подвалах, затем стали строить специальные теплицы. Как указывает В. Хунте (Hunte, 1973), ширина такой теплицы рассчитывается по сумме ширины проходов и стеллажей.

Ширина главного прохода составляет 1 м, а остальных (по которым не предполагается передвижение транспортных средств) — 60 см. Еще 20 см ширины отводится для установки труб системы отопления. Ширина стеллажей, у которых работают с обеих сторон, должна быть 1,4 м (из расчета, что длина вытянутой руки человека 70 см). Расстояние от верхнего края одного стеллажа до нижнего края стеллажа, расположенного над ним, должно быть равным 38 см, что достаточно для удобства всех работ по уходу и при сборе урожая шампиньонов. Высота боковых стенок стеллажей зависит от толщины предполагаемого слоя компоста; обычно ее рассчитывают равной 15—20 см.

Стеллажи можно изготавливать из различных материалов. Наиболее часто стеллажи для шампиньонниц строят из древесины, которую необходимо предварительно обрабатывать каким-либо не вредным для культуры шампиньона средством консервации древесины. В. Хунте (Hunte, 1973) рекомендует строить стеллажи следующим образом:

По обеим сторонам, в зависимости от ширины стеллажа, и на расстоянии 1,80 м друг от друга в продольном направлении устанавливают стойки каркаса толщиной 5 × 10 см, такой же толщины должны быть поперечные балки, несущие стелла-

жи. На такой каркас укладывают брусья шириной 15 см, толщиной 3,5 см и длиной, соответствующей расстоянию от одной деревянной стойки несущего каркаса до другой, которые и являются основанием под компост. Эти брусья укладывают на расстоянии 1—2 см друг от друга. Боковые доски, толщина которых равняется примерно 2,5 см и высота 15—20 см, должны быть съемными для удобства обработки и дезинфекции.

Кроме древесины, для изготовления стеллажей используют имеющиеся в хозяйстве старые металлические трубы, рельсы. Во Франции, например, шампиньонные домики разделены на секции, представляющие собой настоящие пастеризационные камеры, оборудованные такими же системами обогрева и стеллажами из металлических труб в пять вертикальных рядов шириной около 1,5 м (Carpentier, 1971).

Как отмечалось выше, глубина гряд для компоста на стеллажах должна равняться 15—20 см. Хорошее наполнение компостом емкостей стеллажей увеличивает продолжительность плодоношения и повышает урожай. Если в хозяйстве хотят увеличить количество посадок в год, то для этой цели необходимо уменьшить толщину компоста и соответственно сократить продолжительность плодоношения. В зависимости от имеющегося в распоряжении оборудования для кондиционирования воздуха или вентиляции можно производить до пяти посадок в год. Как правило, в хорошо оборудованных хозяйствах бывает три-четыре посадки.

В стеллажных шампиньонниках все операции по выращиванию шампиньонов, в том числе и пастеризация или пропаривание компоста, производятся в одном и том же помещении, что требует тщательной изоляции, позволяющей в течение нескольких дней поддерживать температуру 50—60° С. Компост готовят так же, как и для выращивания культуры другими методами, затем его помещают на стеллажи и проводят направленную ферментацию и пастеризацию. Поскольку компост остается в одном и том же помещении, пастеризационная камера является одновременно и инкубационной. Затем температуру в камере снижают, превращая ее тем самым в камеру выращивания. Таким образом, на протяжении почти всего цикла, исключая ферментацию на площадке, навоз остается на одном месте.

### **Многозональная система выращивания**

При многозональной системе выращивание шампиньонов производится в нескольких специализированных помещениях, в каждом из которых поддерживаются условия, необходимые для определенной фазы роста и развития шампиньонов. В связи с неоднократным перемещением компоста из одного помещения в другое при этой системе наиболее целесообразным оказалось культивирование шампиньонов в ящиках.

Метод выращивания шампиньонов в ящиках был разработан в 1934 г. в США, где к тому времени шампиньоны выращивали на грядах и стеллажах, преимущественно в подземных культивационных помещениях. Поскольку пастеризация компоста в таких поме-

шениях представляла собой довольно трудоемкий процесс, ее начали проводить в помещениях меньшего размера и затем ящики с готовым компостом переносить в помещение для выращивания.

При ящичном выращивании шампиньонов последовательность операций та же, что и при выращивании на грядках, однако в них вносятся определенные изменения, как в отношении оборудования, так и в отношении принципа обработки навоза. Навоз перепревает, как и при других методах, на площадке до третьей перебивки, затем его укладывают в деревянные ящики различных размеров и помещают в пастеризационные камеры, где его ферментация заканчивается при повышенных температуре и влажности. Этот процесс, носящий название «направленная контролируемая ферментация», контролируется на протяжении всего протекания, что дает возможность добиться большей эффективности, чем при «неуправляемой» ферментации на площадке.

В различных шампиньонных хозяйствах применяют ящики различных размеров. Н. Г. Громов (1960) рекомендует изготавливать ящики одинакового размера — длиной 106 см и шириной 61 см. Углы таких ящиков следует оковывать, а дно затягивать проволокой. В шампиньонных хозяйствах Франции используют ящики различных размеров:  $100 \times 50 \times 20$  см или  $200 \times 100 \times 40$  см (Carpentier, 1971). В ФРГ, где широко распространена ящичная система выращивания шампиньонов, размер ящиков в хозяйствах колеблется от 0,4 до 2 м<sup>2</sup> (Hunte, 1973). В английских шампиньоноводческих хозяйствах предпочитают ящики с ножками (рис. 27), которые создают достаточный зазор между ящиками при пастеризации и посеве мицелия. Каждый ящик имеет размер  $167,8 \times 130,2$  см (Atkins, 1974). При выборе размера ящиков следует учитывать размер помещения и наличие транспортных и погрузочных механизмов. При выращивании шампиньонов в больших ящиках себестоимость в расчете на каждый квадратный метр ящиков снижается, но усложняется проблема их транспортировки.

Для изготовления ящиков размером 0,5 м<sup>2</sup> В. Хунте (Hunte, 1973) рекомендует использовать доски толщиной примерно 15—20 мм, для ящиков большего размера — примерно 20—30 мм. Особое значение имеет глубина ящика. В современных шампиньонных хозяйствах применяют ящики глубиной 12—15—20 см. При увеличении глубины ящиков, а следовательно, и увеличении толщины слоя компоста, продолжительность периода сбора урожая удлинится, а урожай повышаются. Однако опыт (Hunte, 1973) показал большую целесообразность более тонкого слоя компоста в более плоских ящиках и сокращение периода сбора урожая. Это позволяет за год сделать больше посадок и повышает годовой урожай в целом.

Основание ящика делают из сбитых гвоздями досок, между которыми оставляют небольшие промежутки. Для большей устойчивости в больших ящиках деревянные доски крепят в поперечном направлении, довольно плотно, но также с некоторыми промежутками между досками, которые не должны быть слишком широкими

во избежание высыхания содержимого ящика. В. Хунте (Hunte, 1974), опираясь на многолетний опыт культивирования шампиньонов в ящиках, рекомендует использовать для изготовления ящиков доски из мягких пород древесины, так как долговечность ящиков определяется не одной только породой дерева, а прежде всего проч-



Рис. 27. Выращивание шампиньонов в ящиках в подземных выработках (по материалам фирмы «Сомицел»).

ностью гвоздей. Ящики из твердых пород дерева трудно ремонтировать, так как доски легко раскалываются; они тяжелее и дороже. Долговечность досок из легких пород древесины (сосны, березы, ольхи и др.) можно увеличить, подвергая их пропитке пентахлорофенатом натрия, антисептиками, окрашивая и регулярно проводя дезинфекцию ящиков 2%-ным раствором лизолина или 4%-ным раствором формалина после каждого цикла выращивания.

При ящичной системе многие виды работ можно механизировать, в том числе и процесс наполнения ящиков, так как подготовленный компост распределяется и укладывается в ящики машинами более равномерно. Целесообразно и экономически выгодно оборудовать вдоль штабеля компоста конвейер, особенно при работе с большими ящиками. На торцевой стороне штабеля навоза устанавливают машину, которая наполняет компостом ящики, передвигающиеся на конвейере. В крупных хозяйствах Европы, США имеются специальные машины для распределения компоста, которые полностью автоматически наполняют ящики. При отсутствии в хозяйстве



специальных машин для наполнения ящиков можно использовать для этой цели после небольшой реконструкции различные машины для перебивки навоза, разбрасыватели стойлового навоза и фронтальные погрузчики.

После наполнения ящиков компостом его подвергают пастеризации. Затем, когда компост охладится до температуры, необходимой для проведения приживания, ящики засевают и затем оставляют в том же помещении для прорастания посадочного материала или переводят в специальное помещение — инкубационную камеру. Инкубационные камеры представляют собой такие же помещения, как и пастеризационные камеры, но с более низкой температурой. Когда мицелий разрастается, ящики извлекают из инкубационных камер, гобтируют и переносят в помещения для выращивания. В некоторых хозяйствах ФРГ гобтировка производится или по пути продвижения ящиков в помещение для выращивания, или в самом этом помещении (Hunte, 1973).

Ящики в помещениях для выращивания устанавливают в шахматном порядке штабелями так, чтобы между ними оставалось пространство для производства всех операций по уходу за шампиньонами. Высота штабеля ящиков — это частный вопрос в каждом хозяйстве; она должна быть удобной для ухода и сбора урожая шампиньонов. Самые нижние ящики следует ставить не непосредственно на пол, а на кирпичные подставки для обеспечения правильной вентиляции. Чтобы создать пространство между ящиками, на их торцевых сторонах устанавливают опоры, выступающие над уровнем ящика. или короткие стороны ящиков делают выше длинных. С этой целью ящики в штабелях устанавливают в шахматном порядке.

Развитие мицелия в ящиках происходит так же, как и при традиционном способе выращивания. Урожай созревает «волнами» в течение 2 месяцев. Когда культура начинает истощаться, обычно после третьего «высыпания», ящики с компостом убирают, помещение дезинфицируют и начинают новый цикл.

Этот метод имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным. Прежде всего, в соответствии с фазами роста и развития культуры, ящики помещают в те условия, которые наиболее благоприятны для каждой фазы. Значительно увеличивается площадь под культурой, так как ящики ставят один на другой в несколько ярусов. Ящичный метод дает возможность постоянного контроля за ферментацией и обеспечивает ее быстрое протекание, что на 2 недели сокращает срок выращивания по сравнению с традиционным циклом. Помещения при этом методе бывают заняты только 3,5 месяца, что дает возможность на той же площади провести за год на один цикл больше. Значительно упрощается дезинфекция помещения, так как компост находится не на полу, а в ящиках, которые после уборки урожая выносят из помещения. Ящики, в которых культура оказалась зараженной вредителями или болезнями, можно легко удалить. Однако, наряду с несомненными преимуществами, при этом методе себестоимость продукции повышается, так как требуются допол-

нительные капиталовложения для постройки и оборудования пастеризационных и инкубационных камер, приобретения ящиков, погрузочно-разгрузочных механизмов и т. п.

### **Сравнительная характеристика систем выращивания шампиньонов (по Девочкину, 1975)**

#### **Однозональная система**

#### **Многозональная система**

##### *Капиталовложения*

Высокая строительная стоимость, так как каждая камера должна иметь хорошую тепло- и влагоизоляцию и необходимое оборудование для создания условий проведения пастеризации и отпотевания компоста при температуре 60° С. В то же время хорошая теплоизоляция камер позволяет поддерживать высокую влажность воздуха и необходимую температуру для выращивания шампиньонов в летний период

Меньшая строительная стоимость и более простое исполнение камер, высокая стоимость машин. Незначительная теплоизоляция камер выращивания затрудняет поддержание высокой влажности и температуры в летний период

##### *Возможность расширения производства*

Возможно постепенное расширение комбината, так как рабочей единицей является одна камера выращивания. При централизованном приготовлении субстрата и покровной земли рентабельны и мелкие производства

Наименьшей рабочей единицей является шампиньонница из трех камер для пастеризации компоста и проращивания мицелия и восьми камер выращивания. Расширение возможно только в пределах двух-трех камер

##### *Организация производства*

План эксплуатации может быть очень строгим, поэтому организация рабочих процессов не затруднена. Рабочее место в каждой камере определяется планом эксплуатации шампиньонницы. Выполнение операций по наполнению камер компостом и его выгрузка не лимитируются использованием других культивационных помещений. Имеется возможность улучшения качества компоста путем регулирования срока его отпотевания

Необходима очень хорошая организация труда, так как работа в одних камерах определяется использованием других культивационных помещений. Улучшение качества компоста путем более длительного периода отпотевания практически невозможно, так как приводит к простоям камер выращивания

##### *Отопление и вентиляция*

В каждой камере необходимо последовательно создавать и поддерживать температуру 60, 25, 16° С, поэтому необходима хорошая термоизоляция камер и более сложное оборудование

Высокая температура (60, затем 25° С) требуется только в камерах пастеризации компоста и проращивания мицелия, поэтому только для этих камер необходима хорошая термоизоляция и сложное оборудование. Камеры плодоношения могут быть с меньшей термоизоляцией, так как имеют одинаковый температурный режим

### *Кондиционирование воздуха*

Автоматическое регулирование температуры и влажности воздуха затруднено в связи с большими перепадами температуры по периодам выращивания культуры. Кроме того, оборудование средств автоматики должно находиться вне камер плодоношения.

Незначительный перепад температуры (25—15° С) облегчает изготовление аппаратуры для автоматического регулирования микроклимата в камерах плодоношения. Аппаратура в этих камерах может быть установлена на месте выращивания

### *Дезинфекция*

Пастеризация компоста высокой температурой проводится в каждой камере при каждом обороте культуры. Возможность инфекции при этом незначительна, поскольку компост, будучи уложенным в камеру, находится постоянно на одном месте. Обработка камер паром в конце оборота культуры — хорошее средство борьбы со многими вредителями и болезнями, в том числе и вирусными

Дезинфекция камер после окончания оборота культуры проводится в основном химическими средствами. Для определенных видов болезней и вредителей химические средства дезинфекции малоэффективны. Передвижение контейнеров для посева мицелия и укрытия земель, а также для сбора увеличивает возможность инфекции

### *Интенсивность труда*

Необходима меньшая интенсивность труда, поскольку все процессы выполняются в одном месте. Большие размеры гряд несколько облегчают выполнение отдельных операций.

Очень высокая интенсивность труда в связи с многократным перемещением контейнеров. Кроме того, работа в стопах контейнеров по уходу за культурой и сбору урожая более трудоемка

### *Механизация*

За период выращивания культуры не требуется перемещения емкостей, так как все операции выполняются в одном помещении. Наиболее трудоемкие процессы — наполнение стеллажей компостом, смешивание мицелия с компостом, уплотнением компоста — можно механизировать. Пока полностью не механизирован процесс укрытия гряд землей, недостаточно механизировано удаление компоста из камеры. Необходимо разработка механизации сбора

Требуется неоднократное перемещение контейнеров или секций стеллажей. Транспортировка легко выполнима с помощью электрокар. Механизация наполнения емкостей компостом, посев мицелия и укрытие землей выполнимы на поточной линии, однако стоимость поточной линии очень высока. Кроме того, для ее установки требуется специальное помещение значительных размеров. Сбор урожая может осуществляться на поточной линии, но для этого требуется специальное помещение

### **Выращивание на прямых грядах (с переворачиванием ящиков)**

Этот метод является промежуточным вариантом между многозональной системой выращивания и традиционной и представляет собой видоизмененную систему ящиков. Он заключается в том, что после посева и инкубации содержимое ящиков с проросшим мицелием шампиньонов быстро выгружают на пол в помещении для сбора урожая и формируют гряды в ширину ящика; затем проводят гобтировку. Сбор урожая происходит обычным образом.

Как отмечает В. Хунте (Hunte, 1973), возможны и видоизменения этого метода. Можно выгружать содержимое двух ящиков одно на другое, причем нижний слой пастеризован, но не инкубирован посадочным мицелием, а верхний слой хорошо пророс мицелием. Через несколько дней на такие гряды наносят покровную землю и производят выращивание. Можно смешать содержимое двух ящиков и дать посадочному материалу прорасти в течение еще нескольких дней до гобтировки. В. Хунте считает второй вариант более рациональным.

Преимущество этого метода заключается в том, что он позволяет выиграть время благодаря направленной контролируемой ферментации, как и при обычном ящичном методе, и в то же время ящики заняты только в период пастеризации и инкубации.

### **Культивирование в полиэтиленовых мешках**

Наряду с общепринятыми способами культивирования шампиньонов в последнее время в Австрии, Англии, Венгрии, Австралии, США, Аргентине и других странах практикуется выращивание шампиньонов в полиэтиленовых мешках (Cook, 1972; Schmaus, 1973), когда в культивационных помещениях вместо стеллажей или гряд устанавливают рядами полиэтиленовые мешки, наполненные компостом. Этот метод имеет те же преимущества, что и ящичный: возможность механизировать многие виды работ (рис. 28—29), проводить направленную контролируемую ферментацию, упростить дезинфекцию помещений. При этом себестоимость продукции снижается, так как полиэтиленовые мешки значительно дешевле, чем деревянные ящики, которые к тому же требуют частого ремонта.

По данным А. А. Жемойц и В. К. Орехова (1974), одной из переломных и современных шампиньоноводческих фирм является аргентинская фирма «Шэмпиньен грандмонт» в Темперли, которая с 1971 г. перешла от ящичной системы выращивания к культивированию в полиэтиленовых мешках и лотках. В хозяйстве этой фирмы имеется девять культивационных помещений размером 16 × 4,6 м каждое. Под лотками и полиэтиленовыми мешками занято 1530 м<sup>2</sup> полезной площади. Ежедневно фирма готовит 11 т компоста с содержанием азота от 2,2 до 2,3 и влажностью 70—72%. В каждом мешке находится 20 кг компоста. В культивационном помещении размещают 550—600 мешков. В помещении поддерживается влажность компоста 65—68%, а содержание азота на уровне 2,16—2,28%. После уборки урожая мешки герметично закрывают и отправляют в тепличные хозяйства для выращивания цветов.

Метод выращивания шампиньонов в полиэтиленовых мешках удобно применять в подземных культивационных помещениях, как это практикуют во Франции и Австрии уже около 20 лет. Компост в этих хозяйствах готовят на основе конского навоза и в каждый мешок вносят по 35—40 кг готового компоста. На поверхность



Рис. 28. Машина фирмы «Хаузер» для смешивания компоста с мицелием (сельскохозяйственный кооператив «Дуна», Будапешт).

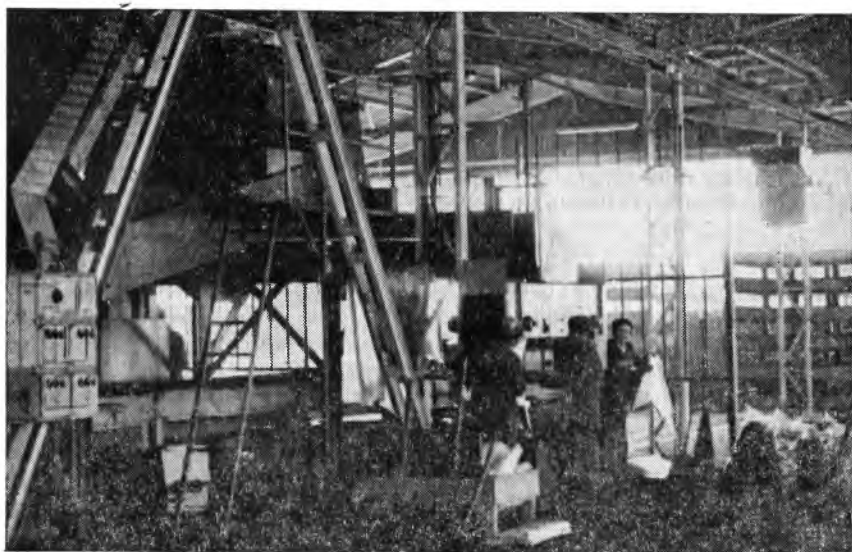


Рис. 29. Наполнение мешков компостом с мицелием машиной фирмы «Хаузер» (сельскохозяйственный кооператив «Дуна», Будапешт).

компоста в качестве покровной земли насыпают смесь слоем 2,5 см, состоящую из равных частей песка и торфа, который предварительно смешивают с известью (Жемойц, Орехов, 1974).

## КОНТРОЛЬ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ

После насыпки покровной земли на компост с разросшимся мицелием необходимо выполнять мероприятия, обеспечивающие нормальный рост и развитие плодовых тел шампиньона. Важнейшими моментами ухода за культурой в этот период являются поддержание оптимальной температуры воздуха и компоста, а также влажности воздуха и земляного слоя.

Относительно температурных условий, необходимых для хорошего развития шампиньонов после гобтировки, существуют различные мнения. Некоторые специалисты (Bels-Koning, 1950; Столдер, 1956; Громов, 1957, 1960) считают, что снижение температуры компоста после гобтировки способствует ускорению начала плодоношения, что объясняется повышенной растворимостью атмосферных газов в покровной земле, скоростью воздушного обмена, увеличением рН. Поэтому они рекомендуют после насыпки покровной земли снижать температуру компоста до 10—12° С.

Существует и другая точка зрения на температуру компоста, наиболее благоприятную для формирования и роста плодовых тел. Некоторые специалисты считают более целесообразным на этом этапе развития шампиньонов поддерживать температуру компоста на уровне 17—20° С (Жемойц, Орехов, 1974) или 18—20° С (Девочкин, 1975). Температура воздуха в культивационном помещении в это время поддерживается на уровне 16—18° С, а при обильном плодоношении иногда ее следует понизить, чтобы замедлить развитие плодовых тел. Как правило, в первое время температура воздуха в культивационном помещении обычно бывает на 2—4° С ниже температуры компоста, но примерно через 4—5 недель после начала плодоношения температуры компоста и воздуха выравниваются. Температура в компосте поддерживается за счет жизнедеятельности мицелия шампиньонов и обитающих в компосте микроорганизмов. По мере развития культуры активность их снижается, в результате чего постепенно понижается и температура компоста. Для повышения активности мицелия в период плодоношения грибоводами ряда стран практикуется кратковременное повышение температуры воздуха в культивационном помещении между волнами плодоношения на 2—3° С (Девочкин, 1975).

Не менее важным условием нормального развития плодовых тел шампиньонов является поддержание оптимальной влажности покровной земли. Периодичность и нормы полива зависят в первую очередь от физико-механических свойств покровной земли. Если для гобтировки применялась легкая супесчаная земля, то ввиду ее большой водопроницаемости гряды не следует поливать обильно во избежание увлажнения компоста. Дерновая или торфяная

покровная земля, обладающая высокой влагоудерживающей способностью, может удерживать большее количество воды. Учитывая эти показатели качества покровной земли, а также предполагаемый урожай грибов, разрабатываются нормы полива (Cook, 1969; Burden, Peterson, 1972; Gerrits, Geuts, 1972; Vedder, 1972). Н. Г. Громов (1960) рекомендует поддерживать влажность покровной земли в шампиньонницах на уровне 60—70% полной ее влагоемкости. При такой влажности почва в руке скатывается комками, а не размазывается, как наблюдается при избыточной влажности.

П. Веддер (Vedder, 1972) указывает, что норма полива зависит от урожая: 1 кг плодовых тел поглощает примерно 2 л воды (1 л из компоста путем поглощения ее мицелием и 1 л из покровной земли). Поскольку компост в период плодоношения не увлажняется, на каждый килограмм грибов необходимо дать при поливе 1 л воды, т. е. весовое соотношение 1 : 1. В шампиньоноводческих хозяйствах ФРГ, где при поливе шампиньонов пользуются этим расчетом, такое количество воды вносится за 3—4 раза, а иногда и более мелкими дозами (Hunte, 1973). Более 1 л воды на 1 м<sup>2</sup> площади вносить не рекомендуется во избежание просачивания ее в компост. Л. А. Девочкин (1975) рекомендует в случае необходимости увеличения нормы полива более 1 л на 1 м<sup>2</sup> производить два полива в день с интервалом 1—2 ч.

По возможности орошение следует производить и в период между волнами плодоношения. При этом необходимо следить, чтобы при поливе грибов, готовых или почти готовых к сбору, между поливом и сбором урожая оставалось время, достаточное для того, чтобы шампиньоны высохли и не слишком долго оставались во влажном состоянии. Лучше всего полив производить между волнами урожая и всегда после сбора самого большого урожая, когда не видны еще новые плодовые тела. Следует избегать высыхания гряд или ящиков и при необходимости поливать ежедневно те места, которые наиболее быстро и легко высыхают.

В основном при поливе пользуются шлангами с установленными на концах распылителями в виде специальных головок. В современных шампиньоноводческих хозяйствах для полива используют дождевальные установки, которые поливают одновременно несколько ярусов в помещении для сбора урожая. Распылители и дождевальные установки должны давать очень мелкую и слабую струю воды во избежание заиливания и размывания покровной земли. Необходимо тщательно следить за равномерностью полива и смачивания краев гряд и ящиков. Расход воды для полива удобно контролировать водомерами, установленными перед шлангами. В некоторых хозяйствах Англии, Австралии, Нидерландов в последнее время получило распространение капиллярное увлажнение при помощи нейлоновых фитилей (Flegg, 1965; Жемойц, Орехов, 1974). Однако и при этом методе расчет норм полива производится в весовом отношении воды и урожая грибов 1 : 1.

Ни в коем случае не рекомендуется поливать слишком обильно,

так как шампиньоны скорее могут выдержать некоторую сухость, чем большую влажность. При слишком обильном поливе покровная земля заиливается, в результате чего воздухообмен может нарушиться настолько, что создается угроза гибели мицелия. Правильным поливом можно создать благоприятный микроклимат в покровной земле (Kindt, 1965; Hunte, 1973; Püschel, 1973).

При культивировании шампиньонов особую роль играет правильная вентиляция помещения, в процессе которой достигается оптимальное содержание углекислого газа, аммиака и других газов в воздухе камер, а также поддерживается необходимая влажность воздуха, благодаря чему паутинистый мицелий быстро переходит в тяжистый, на котором затем формируются плодовые тела.

Большое значение при формировании плодовых тел имеет влажность воздуха в культивационном помещении. При однозональной системе выращивания оптимальная влажность воздуха в пределах 80—90% достигается благодаря поддержанию нормальной влажности покровной земли. Часто в таких культивационных помещениях предусмотрена только естественная вентиляция. В помещениях с естественной вентиляцией следует отдать предпочтение установке водяного отопления низкого давления, поскольку паровое отопление создаст слишком сухой воздух и вследствие сильного местного нагрева станет причиной высыхания и снижения урожая шампиньонов. В Нидерландах в созданной там стандартной теплице для выращивания шампиньонов, кубатура которой составляет 250 м<sup>3</sup>, поверхность отопительных труб равна 35 м<sup>2</sup> (Hunte, 1973). Это позволяет проводить в этих шампиньонницах также и пастеризацию. Поскольку в шампиньоннице с естественной вентиляцией циркуляция воздуха только естественная, отопительные трубы следует прокладывать возможно более глубоко. При такой системе отопления, постоянно поддерживая пол в теплице во влажном состоянии, можно обеспечить достаточную влажность воздуха. При многозональной системе выращивания шампиньонов ящики с культурой для развития плодовых тел перемещают в специальные помещения для сбора урожая. Обычно в них предусмотрена искусственная вентиляция, которая должна обеспечить замену углекислого газа кислородом, регулировать температуру и влажность воздуха, что технически возможно при современных методах культивирования шампиньонов.

Необходимость или интенсивность искусственной вентиляции в значительной мере определяется выбранной системой культивирования шампиньонов: чем жестче соотношение между органической массой в помещении и окружающим ее воздухом, тем более необходима искусственная вентиляция. Поэтому при традиционной системе выращивания шампиньонов, где это соотношение менее жестко, чем при ящичной, в большинстве случаев обходятся без искусственной вентиляции. Стандартные теплицы для выращивания шампиньонов в Нидерландах имеют с обеих торцевых сторон воздушные клапаны размером 40 × 60 см, которые, как и двери, открывающиеся в зависимости от направления господствующих ветров, предназна-



чаются для естественной вентиляции. При безветренной погоде свежий воздух поступает через воздушные клапаны, а потолочный вентилятор отсасывает отработанный воздух (Arkenbout, 1968a, b).

Потребность в свежем воздухе определяется его качеством. Важным фактором определения качества воздуха является форма образующихся плодовых тел: если шампиньоны имеют длинные ножки и легко зацветают, это признак высокого содержания углекислого газа в воздухе помещения при прочих правильных условиях содержания культуры. Для подачи свежего воздуха в шампиньонницы устанавливают специальные вентиляционно-циркуляционные системы, применяемые во многих современных шампиньоноводческих хозяйствах (Kindt, 1961; Geyn, 1970; Stewart, 1971). Для очистки подаваемого в шампиньонницы воздуха используют воздушные фильтры, устанавливаемые в вентиляционных устройствах (Arkenbout, 1968c; Berwyn-Jones, 1971).

При искусственной вентиляции помещений имеет значение число воздухообменов всего количества воздуха в помещении, т. е. частота воздухообмена за единицу времени. Данные относительно необходимого числа воздухообменов разные и зависят от выбранной системы выращивания шампиньонов. Интенсивная система выращивания требует большей частоты воздухообменов по сравнению с традиционной, так как при ящичной культуре наблюдается более жесткое соотношение между органической массой и окружающим воздухом. Данные относительно числа воздухообменов неодинаковы — от 10 воздухообменов в день до 20 в час (Hunte, 1973). В современных шампиньоноводческих хозяйствах ФРГ, где применяется ящичная система, хорошо оправдал себя 5-кратный воздухообмен в час. Что же касается количества свежего воздуха, которое должно поступать в помещение, то, согласно опыту, накопленному в этих хозяйствах, доля свежего воздуха в общем количестве поступающего воздуха при 10—20-кратном воздухообмене в час должна составлять примерно 20—30%; остальной воздух циркуляционный (Hunte, 1973). При соответствующих технических возможностях количество поступающего свежего воздуха в период сбора урожая можно варьировать так, чтобы в период первых трех-четырех волн урожая была удовлетворена максимальная потребность в нем, т. е. было подано 30% свежего воздуха. При понижающемся урожае достаточно и меньшего количества свежего воздуха. В таком же соотношении, как подается свежий воздух, следует организовать отведение отработанного воздуха из наиболее отдаленных участков помещения, где собирают урожай шампиньонов.

В США, Англии, Нидерландах рядом исследователей были проведены опыты по установлению объема воздуха, необходимого для нормального развития шампиньонов (Столлер, 1956; Lambert, 1961; Figgis, 1958; Arkenbout, 1968 b; Edwards, 1973). Б. Столлер (1956) считает наиболее благоприятным для культуры шампиньона объем воздуха 11—17 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> полезной площади при выращивании грибов в каменоломнях и шахтах. По мере усиления обмена

воздуха соотношение между объемом воздуха и площадью компоста может быть сокращено в 2—3 раза. Специалисты шампиньоноводческих хозяйств Англии в своей практике выращивания шампиньонов поддерживают наименьшее отношение объема воздуха к поверхности компоста —  $1,2 \text{ м}^3$  и  $1 \text{ м}^2$  площади (Figgis, 1958). Л. А. Девочкин (1975) рекомендует при выращивании шампиньонов в приспособленных помещениях с естественной вентиляцией отношение объема воздуха культивационного помещения к площади гряд не менее 3, т. е. на  $1 \text{ м}^2$  площади должно быть не менее  $3 \text{ м}^3$  воздуха.

При вентиляции шампиньонниц следует обращать особое внимание на скорость потока воздуха. Согласно опыту нидерландских грибоводов (Arkenbout, 1968a, b; Geyp, 1970), скорость движения поступающего воздуха не должна превышать  $10 \text{ см/с}$ . Такую же скорость движения воздуха при вентиляции культивационных помещений рекомендует поддерживать и В. Хунте (Hunte, 1973). Если скорость движения воздуха будет больше рекомендуемой, то на культуру могут отрицательно повлиять сквозняки, что приведет к нежелательному высуханию гряд. Э. Б. Ламберт (Lambert, 1961) установил, что при увеличении влажности воздуха в культивационном помещении скорость потока воздуха нужно увеличивать.

Кроме перечисленных мероприятий, обеспечивающих нормальный рост и развитие плодовых тел шампиньонов, постоянным требованием при уходе за ними является поддержание чистоты гряд и всего культивационного помещения.

## **СБОР, ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА**

**Сбор.** При организации работ по сбору урожая шампиньонов в хозяйствах, занимающихся выращиванием этой культуры, необходимо учитывать, что в зависимости от условий и технологии выращивания шампиньоны имеют разный по продолжительности период плодоношения и что плодоношение шампиньонов имеет волнообразный характер. Хотя волнообразный характер образования плодовых тел также зависит от конкретных экологических и технологических условий определенного хозяйства, тем не менее имеются некоторые общие закономерности появления волн плодоношения.

Как указывает Т. Буковский (1956), от появления первых плодовых тел (вернее, их зародышей величиной с булавочную головку) до формирования при наиболее благоприятных условиях вполне зрелых, пригодных для сбора плодовых тел проходит 10—14 дней. Первая волна плодоношения представлена этими довольно немногочисленными еще плодовыми телами шампиньонов и, естественно, что урожай первой волны небольшой. Далее в течение нескольких дней возрастает количество формирующихся зрелых плодовых тел шампиньонов и соответственно увеличиваются сборы. После того как эта вторая волна достигнет пика, наступает резкий спад плодоношения шампиньонов, которое возобновляется как третья волна через несколько дней и т. д. Продолжительность каждой волны, как

и промежутка между ними или периода спада в плодоношении шампиньонов между волнами, определяется состоянием культуры, условиями ее выращивания. В связи с этими факторами продолжительность каждой волны колеблется от 2—3 до 5—7 дней.

Однако, несмотря на различие в продолжительности волн и периодов спада между ними, в плодоношении шампиньонов в зависимости от экстенсивного или интенсивного способа ведения хозяйства и в том, и в другом случае наблюдается общая закономерность: наибольшие сборы урожая плодовых тел приходится на первую половину периода плодоношения грибов (Буковский, 1956; Забубенин, Ракевич, Тарасов, 1958; Девочкин, 1975). Во второй половине периода плодоношения наблюдается постепенное затухание этого процесса; в конечном счете, по мере того как иссякают питательные вещества в компосте, урожаи снижаются до 0,5 кг с 1 м<sup>2</sup>, начинают появляться грибы уродливой формы с длинной ножкой и маленькой шляпкой. Эти показатели служат сигналом для завершения цикла культивирования, уборки шампиньонницы с последующей ее дезинфекцией.

Непосредственно при сборе плодовых тел шампиньонов необходимо учитывать стандартные требования к товарному виду плодовых тел и их качеству. Наиболее высоко ценятся плодовые тела в стадии так называемого бутона, когда края шляпки еще завернуты вниз и соединены с частным покрывалом, которое другим своим концом прикреплено к ножке и таким образом надежно защищает пластинки шляпки от попадания на их нежные ткани частиц земли, навоза и т. д. Здесь очень важно уловить момент сбора. Невыгодно для хозяйства собирать совсем молодые плодовые тела, у которых края шляпки еще недостаточно развернулись и довольно плотно прилегают к ножке: такие плодовые тела еще не набрали своей максимальной массы. Невыгодно собирать и плодовые тела, у которых уже разорвалось частное покрывало и обнажены пластинки, потому что многие грибы на такой стадии развития причисляются к нестандартным, что снижает их стоимость. В связи с этим сбор урожая рекомендуется проводить ежедневно, особенно в первую половину плодоношения, а в больших промышленного типа шампиньонницах целесообразно вести сбор плодовых тел 2 раза в день.

Следует отметить, что сбор урожая до последнего времени остается самой трудоемкой процедурой в шампиньоноводстве; даже в современных шампиньонницах такой передовой (в отношении механизации различных работ в цикле выращивания этой культуры) страны, как Нидерланды, уборка урожая до сих пор осуществляется вручную. Насколько это удорожает себестоимость продукции, свидетельствуют следующие цифры. Общие затраты труда на одну стандартную камеру для выращивания (180—200 м<sup>2</sup> стеллажей) за один оборот составляют 480 человеко-часов; из них 350 человеко-часов (73%) приходится на сбор урожая. Из общих затрат на производство шампиньонов, которые принимаются за 100%, оплата труда рабочим по сбору урожая составляет 20,7% — почти столько же, сколько стоимость

всех машин и оборудования—22,2%, а стоимость компоста и покровной земли с транспортировкой их и укладкой — 21,3% (Девочкин, 1973).

В связи с тем что прогрессивным считается способ сбора плодовых тел шампиньонов с одновременной сортировкой<sup>1</sup> в соответствии с существующей в каждой конкретной стране градацией сортов, прежде чем перейти к описанию техники сбора, остановимся на стандартах, принятых для сортировки шампиньонов в нашей стране и за рубежом.

В довоенный период в нашей стране проводили сортировку плодовых тел шампиньонов по весовому принципу (Нацентов, Вейнгардт, 1937): первый сорт — мелкие (до 20 г) плодовые тела; второй — средние (до 20—40 г) и третий — крупные (более 40 г) плодовые тела. Кроме того, существовал

еще и четвертый сорт, куда относили бракованные грибы. Первые три сорта включали: крепкие свежие неповрежденные болезнями или вредителями плодовые тела с завернутыми вниз шляпками, несущими неразорванное частное покрывало. К четвертому сорту относили плодовые тела всех размеров, поврежденные болезнями или вредителями, поломанные, с полностью раскрывшимися плоскими шляпками, с длинными или, наоборот, раздувшимися уродливыми ножками.

Однако весовой принцип при массовом производстве шампиньонов в значительной степени замедлял и затруднял сортировку, поэтому в настоящее время в СССР принята следующая система сортов шампиньонов: 1) стандартные, 2) нестандартные, 3) брак-отходы (Громов, 1960).

К с т а н д а р т н ы м шампиньонам относят те плодовые тела, которые имеют самую различную (но не уродливую) форму, нераскрывшуюся шляпку с неразорванным частным покрывалом, закрывающим пластинки, чистые или с незначительным количеством земли у основания ножки (рис. 30, а). Мякоть у плодовых тел шампиньонов, относящихся к этой категории, белая, плотная. Возможны незначительные механические повреждения, пятна ржавчины, не превышающие 2 см<sup>2</sup> общей площади шляпки, и потемнение кожицы от нажима на площади  $\frac{1}{4}$  поверхности шляпки. Допускается также не более трех небольших проколов насекомых. В емкостях со стандартными грибами может быть не более 3% плодовых тел, относящихся к нестандартным.

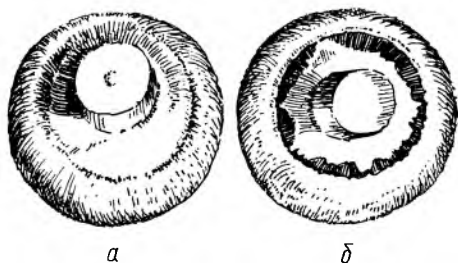


Рис. 30. Плодовые тела шампиньона (по Громову, 1960):

а — стандартное, б — нестандартное.

<sup>1</sup> Шампиньоны — исключительно нежный скоропортящийся продукт; от многократного переукладывания из одной тары в другую, что имеет место при отдельной сортировке после сбора урожая, грибы ломаются, крошатся, шляпки их буреют, в результате чего снижается качество продукции.

К нестандартным шампиньонам относятся плодовые тела, пригодные для употребления в пищу. Однако шляпки у них могут быть раскрытыми, даже совсем плоскими, частное покрывало разорвано, но пластинки у этой категории грибов должны быть только розовые, а не темно-бурые (рис. 30, б). Допускается наличие среди грибов этого сорта плодовых тел с рыхлой мякотью, поломанных, треснувших, с многочисленными следами вредителей и болезней, но как обязательное условие выдвигается наличие не менее  $\frac{1}{2}$  здоровой мякоти.

И, наконец, к сорту шампиньоны б р а к - о т х о д ы относят старые плодовые тела с темно-бурыми пластинками, мякоть которых иногда больше, чем на  $\frac{1}{2}$  повреждена личинками мух. Сюда же относятся ослизшие и загнившие плодовые тела.

В СССР в соответствии со стандартами допускается продажа плодовых тел шампиньонов с довольно длинными ножками, так называемых неподрезанных. В Западной Европе стандарты на основании обработки ножки плодовых тел шампиньонов сразу делят их на две группы: неподрезанные и подрезанные, т. е. такие у которых ножка подрезана под прямым углом к ее продольной оси. В различных европейских странах — производителях шампиньонов существуют разные градации плодовых тел на сорта по качеству. Так, в Англии в 1947 г. по рекомендации Ассоциации производителей грибов (Mushroom Growers Association — MGA) было предложено следующее деление (Genders, 1969): с о р т I — маленькие, не более 2,5 см в диаметре плодовые тела с полностью закрытым покрывалом; с о р т II — отборные шампиньоны с еще нераскрывшимися или только что раскрывшимся покрывалом и со шляпкой не более 3,75—7,5 см в диаметре; с о р т III — шампиньоны с полностью открытой шляпкой. Длина ножки, согласно действовавшему до 1947 г. стандарту (National Mark), для плодовых тел I и II сортов не должна была превышать более 1,25 см от места прикрепления к шляпке. Если покрывало разорвано, допускается длина ножки 2,5 см, но не более.

Более детальное подразделение плодовых тел шампиньонов по сортам принято в Нидерландах (Девочкин, 1972, 1973; Жемойц, Орехов, 1974). Здесь готовая продукция должна отвечать следующим стандартам:

К л а с с э к с т р а — одинаковые по размеру плодовые тела, крепкие, с неразорванным частным покрывалом, хорошо обработанные, без каких-либо посторонних запахов, повреждений болезнями и вредителями и загрязнений земель, навозом и т. д. Плодовые тела этого класса, предназначенные для продажи, должны быть уложены шляпками вверх.

К л а с с I — крепкие, свежие, чистые и хорошо обработанные плодовые тела со шляпкой, пластинки которой закрыты неразорванным покрывалом, а поверхность практически лишена каких-либо следов побурения, т. е. белая. Плодовые тела этого класса также не должны иметь посторонних запахов и следов болезней или вредителей.

К л а с с IC — плодовые тела, относящиеся к этому классу, обычно предназначены для консервирования. Они крепкие, свежие, хорошо обработанные, шляпки несут неразорванное частное покрывало. Плодовые тела класса IC не имеют посторонних запахов и не поражены болезнями или вредителями.

По размерам плодовые тела классов I и IC должны соответствовать следующим стандартам: диаметр шляпки должен быть не менее 1,25 см. В зависимости от размеров шляпки плодовые тела шампиньонов в пределах каждого класса подразделяют на три сорта: к мелким плодовым телам относят те, у которых диаметр шляпки до 3 см, к средним — 3—4,5 см и к крупным — более 4,5 см.

**К л а с с IX** — крепкие, свежие, упругие плодовые тела, лишённые посторонних запахов и следов болезней и вредителей. В отличие от предыдущих классов здесь допускается наличие плодовых тел со слегка побуревшей шляпкой (до 30%) и плодовых тел, загрязнённых землей. К этому классу могут быть отнесены все мелкие и средние экземпляры классов I и IC, подразделённые на два сорта. К мелкому сорту причисляют плодовые тела с диаметром шляпки до 3 см (около 70%) и к крупному сорту — плодовые тела с диаметром шляпки более 3 см (около 30%).

**К л а с с II** — мясистые, крепкие, хорошо обработанные плодовые тела, без посторонних запахов и следов поражения болезнями или вредителями. Помимо шампиньонов с белой шляпкой допускается наличие определенного количества экземпляров со слегка побуревшей шляпкой, а также плодовых тел, незначительно загрязнённых землей.

**К л а с с III** представлен открытыми шампиньонами, т. е. такими, у которых разорвано частное покрывало, шляпка распрямилась, иногда стала совсем плоской. Но и в этот класс отбираются только свежие плодовые тела, без каких-либо посторонних запахов и без следов повреждения болезнями и вредителями.

Таковы основные стандарты, в соответствии с которыми производится сортировка плодовых тел шампиньонов. Как уже отмечалось, в целях сохранения высокого качества продукции предпочтительнее проводить сортировку одновременно со сбором, что и делается, например, в Англии (Genders, 1969), Венгрии (Мухин, 1972), Нидерландах (Девочкин, 1973). В Англии сборщики имеют три корзинки, которые с помощью специальных крючков подвешиваются по бокам ящиков или лотков. Обычно используются корзинки, вмещающие не более 4 кг шампиньонов. Такие корзинки легче передвигать с места на место по мере их наполнения и продвижения сборщика, чем корзины большей вместимости. Кроме того, плодовые тела шампиньонов, находящиеся на самом дне такой корзинки, еще выдерживают, не ломаясь, давление слоя плодовых тел, лежащего над ними.

Техника сбора шампиньонов сравнительно проста, однако требует наличия у сборщиков определенных навыков и опыта. При сборе зрелых плодовых тел необходимо строго соблюдать правило осторожного обращения с мицелием, который собственно и обеспечивает развитие урожая шампиньонов. Для того чтобы не повредить мицелий и в то же время не поломать достаточно хрупкое плодовое тело, его берут за шляпку и, не приподнимая, а, наоборот, слегка прижимая вниз, выкручивают из грунта поворотом слева направо вокруг своей оси. В результате плодовое тело отделяется, а мицелий, а иногда и основание ножки плодового тела остаются в грунте. В настоящее время вопрос о необходимости удаления с поверхности компоста остатков ножек и старых тяжёлых мицелия является дискуссионным, так же как и вопрос о необходимости присыпания образовавшихся после сбора плодовых тел ямок свежей покровной землей.

До последних лет обе операции считались обязательными в практике шампиньоноводческих хозяйств. Указания о необходимости проведения этих мероприятий находим в работах многочисленных отечественных и зарубежных исследователей. Так, общепринятым

технологическим приемом считалось удаление основания ножки вместе с прикрепившимися к ней шнуровидными тяжами мицелия и кусочками земли с помощью острого ножа, который вместе со специальной корзинкой или ведром для отходов входил в комплект обязательного снаряжения сборщика (Буковский, 1956; Genders, 1969; Szudyga, 1975). Точно так же во всех рекомендациях по выращиванию шампиньонов приводилось указание о необходимости засыпки ямок, оставшихся в грунте после сбора зрелых плодовых тел, свежей среднеувлажненной покровной землей слоем 0,5—1 см, в зависимости от глубины ямки, с последующим ручным уплотнением этой земли (Нацентов, Вейнгардт, 1937; Панов, 1950; Николаева, 1955; Буковский, 1956; Громов, 1960; Нацентов, 1966; Кушнарев, 1969; Рыбкина, 1971; Жемойц, Орехов, 1974; Szudyga, 1975, и др.).

В настоящее время, по данным Л. А. Девочкина (1975), в практике хозяйств, где выращивание шампиньонов ведется интенсивным способом и достигло производственных масштабов, такой этап, как засыпание ямок землей, исключен из технологического процесса вообще, а очистку компоста от оснований ножек, старых шнуровидных тяжей мицелия, недоразвитых, деформированных и больных плодовых тел производят после окончания очередной волны плодоношения, что способствует как увеличению производительности труда при сборе шампиньонов, так и соблюдению правил производственной гигиены. Очень часто, особенно в первую волну плодоношения сборщики сталкиваются с «кустами» плодовых тел, где наряду с вполне сформировавшимися, зрелыми плодовыми телами имеются такие, у которых шляпка еще присоединена к ножке, и такие, которые находятся на стадии зародыша. Опыт показывает, что если из «куста», где плодовые тела обычно срастаются между собой, вырезать только грибы, достигшие зрелости, то оставшиеся, еще недоразвившиеся плодовые тела не заканчивают своего развития, а темнеют и вянут (Громов, 1960). Поэтому рекомендуется снимать весь «куст», а не только зрелые плодовые тела.

Как уже отмечалось, сбор грибов в шампиньонницах — одна из наиболее трудоемких и наименее механизированных операций в цикле производства данной культуры. В связи с этим оборудование, используемое при сборе плодовых тел, весьма примитивно. Сбор плодовых тел проводится вручную, поэтому во многих хозяйствах учитывается, что ширина поля сбора должна соответствовать вытянутой руке сборщицы, т. е. 65 см (Szudyga, 1975). В тех же случаях, когда это правило не соблюдается, для сбора плодовых тел применяется насаженная на длинную деревянную ручку столовая вилка с двумя зубьями (Нацентов, Вейнгардт, 1937; Панов, 1950). Однако при использовании такого орудия нежные и достаточно хрупкие плодовые тела часто ломаются, крошатся, снижаются их качество и товарная ценность, поэтому в настоящее время упомянутые вилки практически вышли из употребления.

В большинстве отечественных и зарубежных шампиньоновод-

ческих хозяйств используется способ выращивания шампиньонов на стеллажах, в ящиках или полиэтиленовых мешках, обеспечивающий сборщикам двусторонний подход к полю сбора плодовых тел. Однако многоярусное расположение стеллажей и ящиков создает для сборщиков другие трудности. На нижних ярусах сбор плодовых тел приходится вести в согнутом, а на верхних — в «висячем» положении (Szudyga, 1975). Такое неудобное положение в значительной степени снижает производительность труда сборщиков. Для устранения этих неудобств в современных многоярусных шампиньонницах широкое распространение получили различной конструкции лестницы-стремянки на колесах (Девочкин, 1975; Szudyga, 1975). В Нидерландах недавно была апробирована продемонстрировавшая свою перспективность специальная подъемная платформа, движущаяся по монорельсу вдоль стеллажей (Девочкин, 1975). На нижних ярусах рабочие собирают плодовые тела, сидя на низеньких табуреточках (Szudyga, 1975). Хотя все эти приспособления до известной степени облегчают труд сборщиков, повышая его производительность, однако они не решают коренным образом проблемы механизации сбора плодовых тел грибов. Поэтому особое внимание привлекает недавно установленная в некоторых шампиньоноводческих хозяйствах Англии система Дж. Хоппера, которой, по мнению многих специалистов-грибоводов, принадлежит будущее в решении проблемы механизации сбора плодовых тел грибов (Rodwell, 1971). Установка этой системы в том виде, как она спроектирована, целесообразна и возможна только в больших шампиньоноводческих хозяйствах, имеющих помещение для выращивания размером не менее 3 тыс. м<sup>2</sup>, которое должно быть спланировано следующим образом:

С одной стороны шампиньонницы находится блок выростных комнат, каждая из которых имеет размеры 30 × 6 × 1,5 м и вмещает 300 м<sup>2</sup> компоста на стеллажах и в ящиках, с другой стороны вдоль фасада блока выростных комнат тянется сборочный коридор длиной 66 м и шириной 12 м. Сборочная линия, или система Дж. Хоппера, предназначенная для механизации уборки плодовых тел шампиньонов, располагается в коридоре почти во всю его длину (42 м). Система состоит из гидравлической обоймы, рассчитанной на четыре ящика с компостом и растущими на них шампиньонами. Обойма расположена в начале сборочного конвейера. После того как специальный погрузчик, оборудованный подъемным механизмом, доставил четыре ящика из выростной комнаты и загрузил их в обойму, ящики один за другим через определенное время подаются на транспортер главного конвейера по сбору зрелых плодовых тел шампиньонов. Длина той части конвейера, где производится непосредственно сбор плодовых тел, составляет 24 м. В этой части конвейера на расстоянии 2,5 м друг от друга по обе стороны транспортера с движущимися ящиками на бетонной платформе высотой 15 см и шириной 1 м 20 см стоят девушки-сборщицы (по десять с каждой стороны). С медленно движущихся мимо них ящиков они собирают созревшие плодовые тела и в соответствии с европейским стандартом сразу же отрезают на необходимую длину ножки. Ножки падают на небольшой транспортер, предназначенный для отходов и движущийся параллельно большому конвейеру с ящиками. Плодовые тела с подрезанной ножкой помещают в соответствующую, предварительно взвешенную тару. Как только тара заполнена, ее ставят на третий транспортер, движущийся выше большого конвейера с ящиками в том же направлении и на таком расстоянии от сборщиц, что они легко могут достать этот третий транспортер рукой. По ленте третьего транспортера тара, наполненная собранными подрезанными и отсортированными шампиньонами, поступает в расположенное на втором конце конвейера упаковочное отде-



ление, где два человека наклеивают на тару этикетку фирмы и складывают готовую продукцию для отправки на продажу. Обработанные ящики со второго конца конвейера снова поступают в гидравлическую обойму, а оттуда погрузчик развозит их в выростные комнаты на стеллажи.

Описанная система Дж. Хоппера имеет множество преимуществ по сравнению с обычно принятыми способами сбора. Значительно увеличивается производительность труда сборщиц, резко улучшаются условия их труда (сборочный коридор представляет собой хорошо освещенное и прекрасно аэрируемое помещение; благодаря наличию транспортного конвейера для тары с плодовыми телами, отпадает необходимость в переносе тяжестей). Система Дж. Хоппера позволяет значительно улучшить контроль за появлением и развитием болезней и вредителей шампиньонов, неблагополучный ящик сразу же удаляется из выростных помещений. Применение этого устройства для сбора позволяет автоматизировать и некоторые другие этапы технологического цикла выращивания шампиньонов. В конце конвейерной линии, когда ящик с собранными с него зрелыми плодовыми телами грибов переходит в гидравлическую обойму, осуществляется его автоматический полив. Скорость движения ящиков по главной линии сборочного конвейера можно регулировать (уменьшать или увеличивать) в зависимости от урожайности. Для нормального функционирования такого предприятия, снабженного системой Дж. Хоппера, нужно 38—40 человек, включая и административный штат. И, наконец, цифры: если в шампиньоноводческих хозяйствах Нидерландов, оснащенных всевозможными приспособлениями для интенсификации труда, сборщица за час в среднем собирает 8—9 кг плодовых тел с одновременной их сортировкой (Жемойц, Орехов, 1974), то в английских шампиньоноводческих хозяйствах, оборудованных системой Дж. Хоппера, сборщица за час в среднем собирает и сортирует 21 кг плодовых тел (Rodwell, 1971).

Следует отметить, что подобное устройство, более чем вдвое увеличивающее производительность труда на одной из наиболее трудоемких операций, не прошло незамеченным в других странах — крупных производителях грибной продукции, в частности во Франции. В 1975 г. здесь был создан комплект оборудования и проектная документация на установку по производству 5000 т в год свежих и лиофилизированных шампиньонов. По этой технологии производства свежих шампиньонов указывалось, что из камер (выращивание грибов производится в горных выработках) ящики с грибами подъемником доставляются к линии сбора. Всего линий сбора четыре, каждая из них обеспечена своим транспортером. На двух линиях производится сбор шампиньонов, предназначенных для продажи в свежем виде, на двух других — идущих на переработку. После того как урожай собран, каждый ящик специальным козловым краном снимается с транспортера линии сбора и переставляется на транспортер, увозящий ящики в вегетационную галерею карьера.

При выращивании шампиньонов в подземных культивационных помещениях многие из них невыгодно электрифицировать, тем бо-

лее что для роста шампиньонов освещения не нужно. Для проведения сбора плодовых тел в таких культивационных помещениях, где нет электричества, используются шахтерские лампочки, прикрепленные на голове сборщика (Genders, 1969). Сделанные из литого пластика, они крепятся на голове с помощью регулируемого по нужному размеру ремешка. Лампа может быть наклонена под любым, удобным для сборщика углом, так как она соединена с ремешком гибким креплением. Батарейки, питающие лампу, подвешиваются на специальном поясе и соединены с лампой тонким проводом. Для включения и выключения лампы здесь же на поясе имеется выключатель.

К числу оборудования, которое используется рабочими при сборе плодовых тел шампиньонов, следует отнести и различную тару, в которую складывают грибы. Как уже было отмечено, существует два различных подхода к сбору грибов. В соответствии с одним из них, который применяется и в отечественных шампиньоноводческих хозяйствах и за рубежом, грибы собирают в одну тару, а затем в специальных помещениях чистят, обрабатывают, сортируют и укладывают в другую тару, предназначенную для доставки шампиньонов к месту продажи или даже для продажи. Согласно второму подходу, который обычно принят в шампиньоноводческих хозяйствах промышленного типа, сбор плодовых тел шампиньонов совмещается с их сортировкой, в связи с чем в качестве тары при сборе используются те емкости, в которых в дальнейшем предполагается доставлять грибы к месту продажи и в которых продавать.

Практики-шампиньоноводы давно убедились в том, что лучшей тарой для сбора и транспортировки шампиньонов является низкая и малообъемная тара, в которой плодовые тела укладываются в один, максимум два слоя, в результате чего они не ломаются от давления вышележащих слоев, не буреют от соприкосновения с ними и т. д. Поэтому за рубежом в шампиньоноводческих хозяйствах для сбора плодовых тел с последующей их сортировкой и размещением в специальную тару для продажи используют низкие лотки (Genders, 1969). М. А. Панов (1956) и А. А. Меркулов (1960) рекомендуют для далеких перевозок затаривать шампиньоны в легкие стандартные ящики из картона или фанеры с отверстиями на дне, в крышке и в стенах (рис. 31).

В больших промышленного типа шампиньоноводческих хозяйствах, где сбор грибов сочетается с их сортировкой и где довольно много градаций сортов, как, например, в Нидерландах, для облегчения работы сборщика тару, предназначенную для определенного сорта, устанавливают на специальные поддоны из оцинкованной стали круглого сечения (Девочкин, 1975). В последнее время в странах — крупных производителях шампиньонов, к которым относятся Франция, Англия, Нидерланды, США и ряд других, широкое распространение для сбора и упаковки плодовых тел получила тара из различных новых материалов: пластмасс, синтетических пленок, картона, обработанного различными химическими веществами.

В Нидерландах для сбора и последующей упаковки продукции применяют три основных типа тары (в зависимости от предполагаемого использования плодовых тел): для продажи на внутреннем рынке шампиньоны собирают и упаковывают в мелкие пластмассовые коробочки емкостью 250 г, которые затем укладывают в низкие картонные ящики; для продажи на экспорт, которая производится на специальных аукционах, плодовые тела собирают в пластмассовые вкладыши емкостью 2—2,5 кг, затем вставляют их в картонный ящик

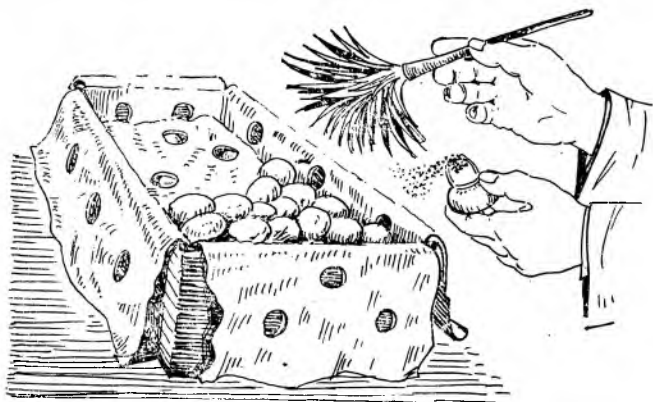


Рис. 31. Очистка и упаковка шампиньонов в ящики (по Грому-ву, 1960).

соответствующего размера; и, наконец, плодовые тела, которые подходят для консервирования (класс IC), собирают в пластмассовые ящики емкостью 4 кг (Жемойц, 1970; Девочкин, 1973, 1975; Жемойц, Орехов, 1974).

В Англии для розничной продажи производятся сбор и упаковка плодовых тел шампиньонов в 250-граммовые коробочки из стирена (неабсорбирующий воду пластик), из спрессованного волокна, вощеного картона и других материалов (Nichols, Hammond, 1973). Вместо бумаги в качестве материала, которым выстилают различные емкости для сбора и хранения шампиньонов, в последнее время применяются различные синтетические пленки (Nichols, Hammond, 1973). Одновременно со сбором и расфасовкой плодовых тел шампиньона в соответствующие емкости проводится и их предварительная обработка. Перед тем как плодовое тело того или иного сорта уложить в предназначенную для этого сорта тару, сборщик удаляет кисточкой или кусочком ваты прилипшие к шляпке частицы земли, мусор и т. д. (Genders, 1969).

**Хранение.** Шампиньон относится к скоропортящимся продуктам, поэтому самое безопасное и рациональное его использование — это продажа в день сбора, а употребление в пищу в тот же день или на следующий. Однако не всегда такая быстрая реализация продукта и такое же быстрое его потребление возможны и целесообразны. При общей нехватке белка шампиньоны при интенсивном способе

их выращивания могли бы внести существенный вклад в пополнение белкового дефицита. Поэтому со всей остротой встает вопрос о необходимости разработки рациональных способов хранения шампиньонов, и в первую очередь хранения свежих плодовых тел, поскольку именно они, а только затем уже консервы, сушеные грибы и т. д., привлекают внимание покупателя.

Практики-шампиньоноводы давно заметили, что при хранении при обычной комнатной температуре или даже при несколько пониженной по сравнению с 20—22° С плодовые тела шампиньонов быстро теряют массу и портятся: размягчаются, коричневеют или буреют, расквашиваются шляпки, разрывается частное покрывало (Нацентов, Вейнгарт, 1937). Особенно чувствительны к хранению при высоких температурах плодовые тела первой волны. Поэтому уже на самых первых этапах развития шампиньоноводства стала ясной необходимость хранения собранных шампиньонов, реализация которых затягивалась по каким-либо причинам даже меньше чем на сутки, в помещениях с пониженными температурами или в холодильниках. В довоенный период в нашей стране плодовые тела, собранные в решета или драночные корзинки, хранили в помещениях, где температура не превышала 7° С (Нацентов, Вейнгарт, 1937). Однако такое хранение оказалось нерациональным, так как за сутки пребывания в помещении с указанной температурой плодовые тела теряли в среднем 2—3% своей массы. Кроме того, температуры в пределах 4—6° С, по данным М. А. Панова (1956), так же как и температуры в пределах 3—5° С, по данным К. В. Рыбкиной (1971), обеспечивают сохранение плодовых тел в течение суток; после этого периода даже при указанных температурах грибы начинают терять свои товарные качества.

Для установления благоприятных температур более или менее длительного хранения плодовых тел шампиньонов большую исследовательскую работу провел Н. Г. Громов (1960). Используя мощные торговые холодильники, имеющиеся на Выставке достижений народного хозяйства в Москве, он заложил опыт по длительному хранению шампиньонов при температуре, которая колебалась от 0 до 5° С, и влажности воздуха 80—85%. Результаты этих опытов приведены в табл. 9. Оказалось, что даже при хранении в условиях низких температур (от 0 до 5° С) происходило уменьшение массы плодовых тел шампиньонов в среднем на 0,9% в сутки. Тем не менее хранение собранной грибной продукции при пониженной температуре в специальных холодильных камерах является наиболее общепринятым во всех странах — производителях шампиньонов.

В Польше принято хранение свежих плодовых тел шампиньонов в холодильных камерах размером 2 × 2 × 3 м при температуре 4° С (Szudyga, 1975). В такую камеру помещается до 1000 кг шампиньонов. В других странах (Франция, Англия, Нидерланды) для хранения свежих плодовых тел приняты более низкие температуры. В Англии, например, шампиньоны хранят при температуре 2° С и относительной влажности воздуха 85% (Nichols, Hammond, 1973).

Влияние длительного хранения на качество свежих шампиньонов  
(по Громову, 1960)

Хранение, сутки	Уменьшение массы, г	Количество грибов с раскрытыми шляпками, %	Изменение качества грибов
2	2	1,5	Мякоть ножек отдельных грибов начала темнеть
4	3,5	5	То же
6	5	7	Мякоть шляпок многих грибов начала темнеть.
10	9,5	11,5	Потемнение мякоти ножек увеличилось
14	11,5	15,0	Потемнение мякоти увеличилось, поверхность грибов значительно потемнела
			Все грибы со значительно потемневшей мякотью, особенно ножек. Поверхность грибов стала буроватой

Такая же температура хранения для свежесобранных плодовых тел шампиньонов независимо от их предназначения — идут ли они на продажу в свежем виде или на переработку на завод сублимационной сушки — принята во Франции. Здесь также шампиньоны сразу же после сбора помещают в специальные холодильные камеры или соответствующим образом оборудованные каменоломни, где поддерживается температура 2°С.

Представляет несомненный интерес подход французских специалистов к решению вопроса о помещениях для хранения. В отличие от большинства шампиньоноводческих хозяйств разных стран, где свежие плодовые тела после сбора перед реализацией хранят в торговых холодильных камерах, французские хозяйства, выращивающие шампиньоны в каменоломнях, здесь же в туннелях каменоломен создают помещения для хранения свежего продукта. Шампиньоноводческое хозяйство, расположенное в г. Шасэ, в 6 км от г. Сомюр, имеет в своих каменоломнях для выращивания шампиньонов два холодильных туннеля, каждый из которых рассчитан на хранение суточного объема свежего продукта. Каждый из этих туннелей имеет объем 100 м<sup>3</sup> и вмещает 10 т плодовых тел шампиньонов в соответствующей упаковке. Для уменьшения теплопроводности стен туннелей в конструкции использованы жесткие изолирующие панели, соединенные при помощи пазов и шипов. Потолок туннеля состоит из таких же жестких панелей. Оригинально решен вопрос с установкой холодильного оборудования — холодильные агрегаты подвешены на потолке. При необходимости ремонта они легко демонтируются. Туннели оборудованы автоматическими вертикальными дверями и механизмами, позволяющими перемещать поддоны с упакованными свежими грибами. Такое устройство холодильных туннелей позволяет поддерживать в них постоянную температуру 2°С. Два аналогичных туннеля имеется в каменоломнях фирмы «Бланшо» для хранения свежего продукта, предназначенного для переработки на за-

воде сублимационной суши. Здесь также поддерживается температура 2° С.

В Нидерландах краткосрочное (не более суток) хранение плодовых тел производят в холодильных камерах при температуре 2—3° С (Жемойц, Орехов, 1974). Для более длительного хранения (6—7 суток) благоприятными являются температуры 0—2° С и относительная влажность воздуха не менее 80% (Девочкин, 1975). Следует отметить, что в Нидерландах в настоящее время ведется большая исследовательская работа по усовершенствованию способа хранения свежих плодовых тел шампиньонов при низких температурах: изучается влияние обработки пониженными температурами на последующую лежкость плодовых тел (Maaker, Merken, 1969); апробируются различные расы шампиньона с целью отобрать те из них, которые не получают существенных изменений в товарных и вкусовых качествах при пониженных температурах (Maaker, 1971); конструируются новые улучшенные холодильные камеры для длительного хранения плодовых тел шампиньонов (Geyp, Klaver, 1970).

Такая же работа по изысканию новых более надежных способов длительного хранения свежих плодовых тел проводится и в других странах — крупных производителях шампиньонов. В результате в качестве новых методов хранения, повышающих лежкость грибов без снижения их товарного вида и вкусовых показателей, предложено применение атмосферы азота и вакуума (Tuite-Dalton, 1970; Gormley, 1975), радиооблучения (Champignon-conservendag 3, 1966), хотя против последнего способа имеются существенные возражения относительно применения его к продуктам питания вообще и к шампиньонам в частности (Erzeugnis..., 1970). Более перспективным и безопасным для здоровья потребителя и обеспечивающим действительно длительное хранение свежих плодовых тел шампиньонов является быстрое глубокое замораживание продукта, которое нашло довольно широкое применение в Англии (Genders, 1969), Канаде (Belisle, 1964) и ряде других стран. Этот способ обеспечивает равномерное распределение продукта по временам года, доставляя в торговую сеть отборные маленькие, только что сформировавшиеся плодовые тела шампиньонов (в стадии бутона) не только осенью и зимой, но и в более жаркие месяцы года. В этот период свежие плодовые тела, созревающие в шампиньонницах, увеличиваются по массе и размеру, ухудшаются по внешнему виду, особенно в тех хозяйствах, где выращивание их ведется в неконтролируемых условиях. Одно из первых предприятий по быстрому глубокому замораживанию свежих шампиньонов было создано в Канаде, в провинции Британская Колумбия (Belisle, 1964).

Свежесобранные тщательно обработанные в соответствии с требованиями стандартов плодовые тела на заводе помещают в проволочные корзинки из неокисляющегося металла, которые погружают на несколько минут в ванны со специальным химическим раствором. Отсюда грибы поступают в машину, автоматически нарезающую плодовые тела на ломтики вдоль их продольной оси. Машина состоит из емкостей (чаш), наполненных тем же химическим раствором, что находится

в ваннах, и из серии бритв. В задней части имеется желоб, позволяющий бритвам проходить через все пространство чаши и разрезать плавающие в растворе плодовые тела в одном направлении. После этой операции нарезанные ломтиками грибы поступают на конвейер и подаются в воздушный замораживающий туннель. Здесь грибы находятся в течение 11 мин при  $-20^{\circ}\text{C}$  в потоке холодного воздуха, который циркулирует в туннеле из специальных вентиляторов и спиралей холодильника. Из туннеля продукт выходит готовым для расфасовки, причем (что очень важно для товарного вида продукции и при использовании его для приготовления пищи) каждый ломтик заморожен отдельно. После замораживания ломтики расфасовывают в специального размера картонные коробки, вмещающие около 2 кг (7 унций) продукта. Наполненные ломтиками коробки по конвейеру поступают в заклеивающую машину. Когда коробка заходит в машину, крышка, функцию которой выполняют боковые откидные лопасти коробки, закрывается направляющими механическими устройствами. Затем радиоволны высокой частоты активируют клеящее вещество, предварительно нанесенное на лопасти картонной коробки, и в результате она герметически запечатывается. Полностью готовая упакованная продукция поступает в подвальное помещение предприятия, где холодильные установки поддерживают температуру  $0^{\circ}\text{C}$ , и сохраняется там в течение необходимого времени (от нескольких дней до нескольких месяцев) до отправки на продажу. Таким же образом могут быть заморожены не только отдельные ломтики, но и целые плодовые тела шампиньонов (Belisle, 1964). Чтобы они хорошо пропитались химическим раствором, в них прокалывают дырочки. Однако О. Белизл (Belisle, 1964) отмечает, что в Канаде и многих других странах мира, где находят сбыт замороженные шампиньоны фирмы «Зеленый пони», покупатели предпочитают шампиньоны, нарезанные ломтиками, поскольку это сокращает одну операцию при приготовлении пищи.

Следует отметить, что размороженные в домашних условиях шампиньоны ничуть не отличаются от свежих ни по белизне мякоти, ни по ее упругости, ни, что самое важное, по вкусовым качествам. Существуют и другие, весьма распространенные в настоящее время способы хранения шампиньонов — консервирование, сушка, в том числе сублимационная сушка и т. п., однако получаемый в результате применения этих способов переработки шампиньонов конечный продукт все же значительно отличается от свежих плодовых тел и по внешнему виду, и по химическому составу.

Целесообразно остановиться и на влиянии различных видов тары (упаковки) на сохранность плодовых тел шампиньонов, поскольку этому аспекту хранения в настоящее время уделяется значительное внимание в практике и научных исследованиях (Merkens, Maaker, 1972; Kleffner, 1973; Nichols, Hammond, 1973, и др.). В современных шампиньоноводческих хозяйствах промышленного типа плодовые тела, как уже отмечалось, упаковывают в различные емкости из новых материалов: пластмасс, синтетических волокон, специально обработанного картона и т. д. При этом внутри таких емкостей плодовые тела часто заворачивают в пленки различного типа, что позволяет достичь более длительного их хранения по сравнению с ранее использовавшимися материалами — обычный картон, дерево и т. д.

Во многих научно-исследовательских центрах по разведению шампиньонов проводится работа по подбору оптимальной комбинации новых материалов для хранения плодовых тел. Р. Николс и Д. Б. В. Хэммонд (Nichols, Hammond, 1973) испытали три типа

емкостей, изготовленных из стирена, спрессованного волокна и вошеного картона. В 250-граммовые коробочки из этих материалов укладывали свежесобранные плодовые тела шампиньонов на стадии бутона. В половине коробочек из каждого материала плодовые тела были еще дополнительно обернуты синтетической пленкой. После этого одинаковое количество коробочек из стирена, спрессованного волокна и вошеного картона с плодовыми телами шампиньонов, завернутыми или не завернутыми в пленку, было помещено в холодильные камеры при температуре 2°С и относительной влажности 85%, где их хранили в течение 5 дней. По истечении этого срока шампиньоны из всех коробочек из разных материалов без пленки и из части коробочек из разных материалов с пленкой подвергали исследованию на лежкость. Остальные коробочки с шампиньонами, завернутыми пленкой и выдержанными в холодильнике при 2°С в течение 5 дней, разделили на две группы. Коробочки первой группы вынули из холодильной камеры и, не раскрывая, выдержали 2 дня при 18°С. Коробочки второй группы выдержали 2 дня при той же температуре, но в раскрытом виде. Данные этого опыта, показывающие потерю массы грибами и увеличение массы коробочек при разных вариантах хранения, приведены в табл. 10, заимствованной из работы Р. Николса и Д. Б. В. Хэммонда (Nichols, Hammond, 1973).

Результаты опытов, приведенные в данной таблице, для тары из всех трех испытанных материалов, показывают необходимость дополнительной обертки плодовых тел синтетической пленкой, по-

Таблица 10  
Потеря массы (—) грибами и увеличение массы (+) коробочек, хранившихся 5 дней при 2°С (А и В) и затем хранившихся еще 2 дня при 18°С в закрытом и открытом виде (Д и С)

Тип коробочек	А (открытая упаковка)				В (закрытая упаковка)				С (открытые)				Д (закрытые)			
	Грибы		Коробоч- ки, г	Грибы	Коробоч- ки, г	Грибы	Коробоч- ки, г	Грибы	Коробоч- ки, г	Грибы	Коробоч- ки, г	Грибы	Коробоч- ки, г	Грибы	Коробоч- ки, г	Грибы
	г	%		г	%		г	%		г	%		г	%		%
Стиреновые Волокнистые Из вошеного кар- тона	-16,3	-6,6	+0,4	-3,6	-1,4	+1,8	-35,4	-14,2	0	-7,2	-2,9	-7,2	-2,9	-7,2	-2,9	-2,9
	-23,0	-9,1	+2,2	-7,0	-2,8	+5,5	-48,6	-19,4	+1,4	-11,0	-4,4	-11,0	-4,4	-11,0	-4,4	-4,4
	-22,3	-8,8	+1,9	-6,2	-2,5	+5,3	-45,9	-18,4	+1,5	-10,6	-4,2	-10,6	-4,2	-10,6	-4,2	-4,2



скольку в варианте опыта, где грибы в течение периода хранения в холодильной камере при 2°C и затем при хранении вне камеры (18° С) были обернуты пленкой, у них отмечены наименьшие потери массы. Наиболее перспективным из всех трех испытанных материалов оказался неабсорбирующий пластик — стирен. Именно в коробочках из стирена во всех вариантах с оберткой и без обертки из пленки плодовые тела шампиньонов лучше сохраняли исходную массу.

Таблица 11

Потеря массы (—) грибами и увеличение массы (+) коробочек, хранившихся 3 дня при 18° С (Е и F) и затем хранившихся еще 2 дня при 18° С в открытом виде (G)

Тип коробочек	Е (открытая упаковка)			F (закрытая упаковка)			G		
	Грибы		Коробочки, г	Грибы		Коробочки, г	Грибы		Коробочки, г
	г	%		г	%		г	%	
Стиреновые Волокнистые Из вощеного картона	—68,5	—27,6	0	—6,5	—2,7	+0,7	—38,5	—15,4	+0,6
	—93,7	—37,0	+0,6	—11,7	—4,6	+4,5	—56,1	—22,1	+1,6
	—80,8	—32,1	+0,4	—10,2	—4,1	+3,4	—50,4	—19,7	+1,1

Данные по изменению массы грибов в коробочках из разных материалов, выдержанных в течение дополнительного двухдневного периода при 18° С, подчеркивают необходимость держать упаковку закрытой даже в условиях домашнего хранения без холодильника. Упаковку следует вскрывать только непосредственно перед употреблением грибов для приготовления пищи, иначе неизбежны потери массы и, кроме того, ухудшение внешнего вида плодовых тел, проявляющееся в побурении их шляпок и ножек.

Был проведен еще один опыт, аналогичный описанному выше. Плодовые тела шампиньонов укладывали в коробочки из всех трех материалов завернутыми в пленку и без нее и выдерживали 3 дня при температуре 18° С и относительной влажности воздуха 60%. Затем часть коробочек из всех трех исследуемых материалов, в которых плодовые тела были завернуты в пленку, открывали и выдерживали еще 2 дня при той же температуре и относительной влажности воздуха. Данные этого опыта представлены в виде табл. 11, заимствованной из работы Р. Николса и Д. Б. В. Хэммонда (Nichols, Hammond, 1973).

Этот опыт также подтвердил вывод, сделанный авторами из данных предыдущего эксперимента, о том, что меньшие потери массы в таре из всех трех испытанных материалов наблюдаются в тех случаях, когда плодовые тела завернуты в пленку. И при хранении в условиях высокой температуры, какой является для плодовых тел шампиньонов 18° С, лучше других зарекомендовала себя тара

из стирена, где и в этих условиях плодовые тела лучше сохраняли исходную массу.

В холодильных камерах (2° С) тара из спрессованного волокна и вошеного картона приводила к потере 9% сырой массы гриба, тогда как неабсорбирующая тара из стирена — к потере только 7%; соответственно при 18° С грибы в таре из спрессованного волокна теряли около 37% сырой массы, в таре из стирена — только 27%.

**Транспортировка.** Учитывая неоднократно подчеркивавшуюся особенность шампиньонов как скоропортящегося продукта, в шампиньоноводческих хозяйствах подходят к организации их доставки к месту реализации. Транспортируют шампиньоны на дальние расстояния в авторефрижераторах (Девочкин, 1975; Szudyga, 1975) или в изотермических вагонах по железной дороге (Громов, 1960). Для перевозки шампиньонов на близкие расстояния используют машины с закрытым кузовом, оборудованные системой естественной вентиляции (Жемойц, Орехов, 1974; Девочкин, 1975).

### **БОЛЕЗНИ И ВРЕДИТЕЛИ**

Без применения соответствующих мер борьбы различные болезни и вредители могут не только снизить урожай шампиньонов, но и полностью уничтожить его. Компост, покровный материал, мицелий шампиньона, его плодовые тела являются благоприятной средой для развития различных плесневых грибов, бактерий, насекомых и других вредителей.

Среди плесневых грибов, встречающихся в шампиньонных хозяйствах, одни («индикаторные плесени») развиваются на поверхности компоста вследствие его неправильного компостирования; другие (типичные паразиты) — на поверхности мицелия или плодового тела шампиньона. Паразитные плесневые грибы могут наносить существенный ущерб шампиньонным хозяйствам. Шампиньоны повреждаются также большим количеством насекомых, которые размножаются очень быстро, изгрызают плодовые тела, уничтожают мицелий на грядах на значительной площади шампиньонниц. При второй и последующих инокуляциях вредители развиваются в еще больших количествах.

Бороться с массовыми грибными болезнями и вредителями очень трудно, так как многие химические средства уничтожают и шампиньоны. Кроме того, большинство патогенных организмов живет и размножается в компосте на грядах, куда не проникают никакие препараты. Необходимо учитывать и то, что многие химические вещества не могут быть применены в период плодоношения, так как они ядовиты для человека. Многие заболевания шампиньона еще хорошо не изучены и пока не найдены эффективные средства борьбы с ними. Необходимо детально изучить биологию возбудителей болезней и вредителей этого гриба, чтобы разработать меры борьбы с ними.

Ниже приведены краткая характеристика болезней и вредителей шампиньона, средства борьбы с ними.

**Гипсовая плесень белая (белая гипсовка).** Возбудитель — гриб *Monilia fumicola* Cost. et Matr. Колонии этого гриба сначала белые, затем приобретают бледно-розовую окраску, по внешнему виду напоминают мокрый гипс. Мицелий *M. fumicola* занимает свободные от мицелия шампиньона места в компосте; при сильном поражении может охватить целые гряды. Как указывают И. Х. Иванов, А. Дренски и другие (1965), благоприятной для развития этой плесени является щелочная реакция среды (рН 7,5), при кислой реакции компоста болезнь не развивается.

Борьба с белой гипсовкой заключается в соблюдении правил компостирования, регуляции влажности воздуха и субстрата, вентиляции помещения. Пораженные места на грядах необходимо починить, присыпать торфом, пропитанным уксусной кислотой и водой (в отношении 1 : 7), или же опрыскать 1%-ным водным раствором 33%-ной уксусной кислоты. При массовом появлении плесени гряды опрыскивают 10%-ным раствором суперфосфата. Эффективным средством (Yoder, Sindén e. a., 1950) для борьбы с патогенными организмами, обитающими в покровной земле, является цинеб. Применять его следует после первого увлажнения.

**Белая гипсовидная плесень (коричневая гипсовка).** Возбудитель — гриб *Parulaspora byssina* Hotson. Плесень появляется на поверхности компоста вскоре после его закладки, особенно когда поверхность сырая. Распознается заболевание по следующим признакам: сначала гриб имеет вид белых плесневидных пятен диаметром 20—30 см. При растирании его возникает характерный сладковатый запах. Через некоторое время средняя часть пятен желтеет и под конец становится бурой, края же остаются белыми. После нанесения покровной земли на компост плесень прорастает в земляной слой и появляется на поверхности в виде пятен, имеющих сходство с пятнами грибницы шампиньонов. Эти пятна в дальнейшем исчезают, и вместо них появляются склероциеподобные желтые клубочки, напоминающие песок. Гриб проникает и в глубь компоста, образуя и там клубочки. Причиной заболевания, как указывает Цв. Ранчева (1965 б, 1972 а, б), является «незрелый» компост, в котором содержится свободный аммиак в дозе, превышающей допустимый минимум, т. е. более 0,024%. При передозировке азотных удобрений, несоблюдении времени компостирования процент содержания аммиака в готовом компосте может превысить допустимую дозу, а это благоприятствует развитию плесени.

Борьба с грибом — возбудителем этого заболевания заключается в правильном приготовлении компоста, в точной дозировке азотных удобрений. Ликвидировать заболевание можно путем термической обработки, применяемой в современном грибоводстве. При появлении единичных пятен на грядах прямая борьба с этим грибом не ведется, они исчезают сами по себе. При заражении больших участков гряд применяют порошковидный суперфосфат или

10%-ный раствор суперфосфата, а также опрыскивание 2%-ным формальдегидом.

**Оливковая плесень.** Возбудитель — *Myceliophthora lutea* Cost. Заболеванию стало известно сравнительно недавно, однако ему уже посвящен ряд работ (Allard, 1961; Conroy, 1961; Ранчева, 1972б, и др.). Появление оливковой плесени связывают с применением в современном шампиньоноводстве жмыха, солодовых корешков в качестве азотных добавок. Эти материалы содержат от 4 до 7% общего азота преимущественно в органической форме и являются благоприятной средой для развития многих сапрофитных микроорганизмов, в том числе и плесневых грибов. Чаще всего плесень распознается по желто-зеленому цвету и запаху, отличному от запаха мицелия шампиньона. *M. lutea* может развиваться настолько обильно, что грибница шампиньона погибает из-за отравления продуктами метаболизма. В результате приходится повторно засаживать гряды. Заболевание снижает урожай с 10—13 до 3—4 кг на 1м<sup>2</sup> гряд.

По данным Б. Столлера (1956) и Цв. Ранчевой (1965, 1972б), средства борьбы с этим грибом пока не известны. Как показали исследования, гриб устойчив к высокой температуре и нагревание до 60° С не уничтожает его полностью. Поэтому наиболее эффективным средством от этого заболевания является строгая профилактика: создание оптимальной питательной среды для шампиньонов и непригодной для других микроорганизмов, дезинфекции помещения, транспортных средств и инвентаря. При охвате заболеванием больших площадей гряд необходимо производить периодическое опрыскивание 4%-ным раствором формалина.

**Чернильные грибы (навозники)** принадлежат к роду *Coprinus* порядка Agaricales класса Basidiomycetes. Они являются неприятными спутниками шампиньонов, засоряющими гряды. Чернильные грибы имеют стройное плодовое тело — длинную ножку с конической шляпкой. Через несколько дней после их появления образуются споры, и плодовое тело превращается в черную липкую массу с характерным запахом. Эти грибы являются индикаторами того, что субстрат плохо прокомпостирован и содержит в избытке свободный аммиак.

При появлении чернильных грибов компост необходимо нагреть до 30° С для того, чтобы в нем прошла вторичная ферментация. Прямая борьба с этими грибами не проводится. Чтобы предотвратить их появление, необходимо соблюдать строгий санитарный режим в шампиньонниках. Плодовые тела чернильных грибов нужно удалять в раннем периоде развития, до созревания спор.

**Белая гниль (микогон).** Заболевание вызывается несовершенным грибом-паразитом *Mycogone perniciosa* Magnus (рис. 32) и является, по утверждению многих авторов (Громов, 1957; Иванов, Дренски и др., 1965; Ранчева, 1965, 1972а; Гарибова, 1968; Рыбкина, 1971), одним из самых опасных заболеваний шампиньонов. *M. perniciosa* поражает плодовые тела шампиньонов, в результате они деформируются, имеют сильно утолщенную ножку и недоразвитую шляпку,

изменяют консистенцию. Затем пораженные плодовые тела съеживаются, размягчаются, мякоть их темнеет, загнивает, превращается в мокрую, неприятно пахнущую массу. На этой стадии образуются многочисленные споры *M. perniciosa*, которые переносятся воздушным течением, различными насекомыми, нематодами и другими вредителями, в результате чего заболевание распространяется по шампиньоннице. При неблагоприятных условиях плесневый гриб может образовывать двуклеточные хламидоспоры, остающиеся жизнеспособными долгое время. Д. Чейз и А. Саразин (Chaze, Sarazin, 1936), а позже Р. Л. Эдвардс (Edwards, 1950b) пришли к выводу, что заражение шампиньонов микогоном происходит от земляного слоя грунта через мицелиальные тяжи шампиньона, а оттуда гифы паразита проникают в основание ножки плодового тела. Как отмечает Л. В. Гарибова (1968), заражение может происходить и через плодовое тело шампиньона.

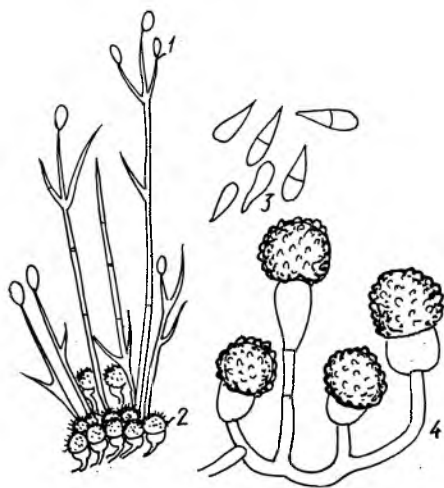


Рис. 32. Возбудитель белой гнили шампиньонов — *Mycosogone perniciosa* Magnus (по Девочкину, 1975):

1 — конидиеносцы с конидиями ( $\times 160$ ); 2 — хламидоспоры ( $\times 160$ ); 3 — конидии ( $\times 400$ ); 4 — хламидоспоры ( $\times 400$ ).

Распространению микогона содействует повышенная температура, чрезмерная влажность, плохая вентиляция и другие неблагоприятные условия, ослабляющие плодовые тела шампиньонов. Оптимальной для развития *M. perniciosa* является температура от 20 до 28° С. При температуре 16—20° С шампиньоны поражаются микогоном на 100%, а при нагревании до 41—42° С в течение 6 ч грибопаразит погибает полностью (Lambert, 1930). Д. Чейз и А. Саразин (Chaze, Sarazin, 1936) отмечают, что паразит уничтожается в течение 2 суток в разлагающемся навозе при температуре около 70° С. Как известно, в прогретой, стерильной почве плодовые тела шампиньонов не закладываются или недоразвиваются в связи с отсутствием специфических микроорганизмов или их выделений, стимулирующих образование плодовых тел. Поэтому эффективным средством борьбы с микогоном является фумигация покровной земли хлорпикрином. При дезинфекции пустых шампиньонниц парами аммиака в дозе 0,15 л на 1 л воздуха споры микогона погибают (Stolter, 1943 а).

В последнее время для борьбы с грибными болезнями шампиньонов, в том числе и с микогоном, стали широко использовать органические фунгициды, такие как цинеб; манкоцеб (препарат, содер-

жащий фунгициды набам и манеб); дитановую пыль, в состав которой входит 15% цинеба; беномил и др. Промышленное производство этих препаратов было начато в 1957 г. в Англии (Newman, Savidge, 1969), с тех пор они прочно вошли в практику шампиньоноводства во многих странах. Цинеб применяют в дозе 0,6 г на 40 мл воды (на 1 м<sup>2</sup> гряд). Оптимальной для беномила является доза 1,0 г на

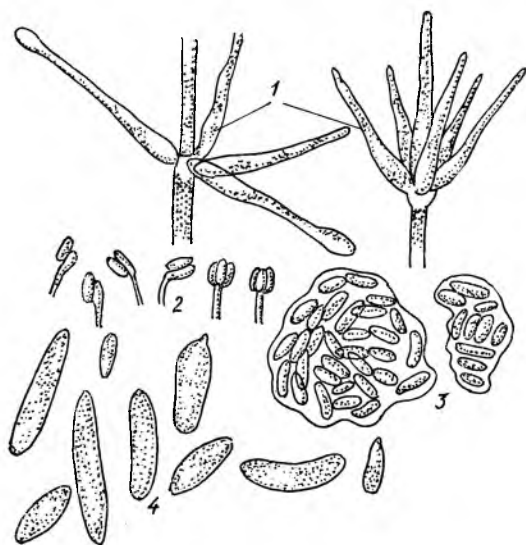


Рис. 33. Возбудитель сухой гнили шампиньонов — *Verticillium malthousei* Ware (по Девочкину, 1975): 1 — конидиеносцы (× 1000); 2 — образование спорных масс у вершины конидиеносцев (× 1300); 3 — спорные массы (× 1300); 4 — конидии (× 1400).

40 мл воды (Gandy, 1972). Повышение дозы беномила до 3,0 г на 40 мл воды губительно действует на шампиньоны. Довольно часто используется 50%-ный водный раствор беномила, называемый «бенлатом», в дозе 100 г на 100 л воды (1 л на 1 м<sup>2</sup> гряд). Норма расхода манкоцеба равна 0,454 кг на 325 м<sup>2</sup> площади.

Неплохим средством для борьбы с микогоном являются 2%-ный формальдегид, пеницилин в дозе 2 г на 1 м<sup>2</sup> гряд, опрыскивание метилбромидом. Большое значение как средство борьбы с микогоном имеет селекция шампиньонов, особенно среди моноспоровых штаммов. Известно, что коричневые штаммы шампиньонов более устойчивы к заболеванию, чем штаммы с белыми и кремовыми плодовыми телами.

**Сухая гниль.** Болезнь вызывается микроскопическим грибом-паразитом *Verticillium malthousei* Ware (рис. 33). Заболевание довольно широко распространено и его изучению уделяется большое внимание во всех странах, где культивируется шампиньон. Исследуются физиологические особенности вертициллиума, морфология и биология паразита, серьезное внимание уделяется нахождению

мер борьбы с ним (Громов, 1957; Чолева, 1962а; Fekete, 1967; Рыбкина, 1971; Cross, Jacobs, 1971; Gandy, 1971; 1972; Holmes, 1971a, b; Holmes, Cole, Wuest, 1971, и др.).

Различают две формы заболевания: поражение плодовых тел и гряд, а также деформационные явления, подобные тем, которые характерны для микогона: типичные капельки коричневой жидкости на шляпках, загнивание плодовых тел, изменение их консистенции. В отличие от «микогонной» болезни, плодовое тело шампиньона, пораженного вертициллиумом, имеет коричневые пятна и медленнее разлагается. Деформированные плодовые тела приобретают конусовидную форму, что является одним из характерных признаков заболевания. Ткань становится пористой, но сухой, темнеет, от плодового тела отделяются пласты ткани, появляются ржавые пятна, постепенно покрывающиеся серо-белым налетом мицелия гриба-паразита.

Как указывают М. К. Кросс и Л. Якобс (Cross, Jacobs, 1971), с вертициллиумом бороться значительно труднее, чем с микогоном. Это объясняется тем, что споры вертициллиума, переносящие инфекцию, продуцируются в огромном количестве. Каждая спора окружена слоем липкой слизи, благодаря чему споры могут прилипнуть к различным предметам и таким образом переноситься. Вертициллиум очень быстро распространяют мухи, клещи и другие вредители, а также воздушные течения, что особенно опасно. Переносится болезнь и через покровный материал, богатый органическими веществами и являющийся благоприятной средой для развития болезнетворных организмов. Способствуют развитию заболевания высокая влажность и температура 20—22° С. Споры вертициллиума могут сохраняться в почве при небольшой влажности в течение 10 месяцев. Борьба с вертициллиумом проводится в основном так же, как и с микогоном. Особенно эффективным средством являются бенлат в дозе 100 г на 100 л воды (1 л на 1 м<sup>2</sup> гряд), суспензия дитиокарбоната.

**Фузариозное увядание шампиньона (damping off).** Увядание, при котором шампиньоны становятся сухими и вырождаются в мелкие нетоварные грибы, связывают с присутствием в земляном слое микроскопических паразитных и полупаразитных грибов рода *Fusarium*, главным образом *F. oxysporium* Schecht. и *F. martii* App. et Wg. (Wood, 1937; Чолева, 1962б). Как отмечает Ф. Вуд (Wood, 1937), мицелий шампиньонов крайне антагонистичен по отношению к видам рода *Fusarium*. Плодовое тело шампиньона, пораженного этим грибом, в начале плодоношения развивается нормально, но, когда шляпка достигает размеров горошины, происходит размягчение ткани, искривление плодового тела, изменение окраски (потемнение); при сильном поражении появляется неприятный запах. Развитию заболевания способствует высокая влажность и температура 18—25° С в шампиньоннице. Осенью *Fusarium* образует хламидоспоры, сохраняющиеся в покровном материале, в деревянных частях стеллажей, особенно много их в почве, богатой органическими веществами.

Уничтожается этот возбудитель обычной стерилизацией почвы. Пораженные грибы удаляются. Гряды дезинфицируются раствором следующего состава: 110 г карбоната аммония, 10 г медного купороса на 1 л воды. Помещение дезинфицируется 5%-ным раствором аммиака.

**Мягкое (дактилическое) гниение.** Вызывается грибом *Dactylium dendroides* (Bull.) Fr., относящимся к факультативным паразитам (Flachs, 1939; Девочкин, 1975). Распознается заболевание по образованию на поверхности покровного материала серо-белых пятен пушистого, паутинистого мицелия, впоследствии переходящего на плодовые тела шампиньонов. В результате плодовые тела загнивают, ткань их темнеет, становится водянистой, появляется своеобразный запах. Распространяется гриб-паразит посредством спор, образующихся в огромном количестве. Такая плесень в состоянии уничтожить целую шампиньонницу. Развитию заболевания способствует высокая влажность воздуха — выше 80%.

При появлении заболевания следует ограничить поливку гряд, прекратить вентиляцию, так как она способствует распространению спор паразита. Гряды дезинфицируют 10%-ным раствором формалина или 50%-ным раствором серной извести. Помещение окуривают метилбромидом или проводят опрыскивание формальдегидом, фунгицидами; рекомендуется использовать при нагнетании воздуха в теплицу фильтры с отверстиями до 2 мм.

**Трюфельная болезнь.** Ложный трюфель — *Diehlomyces microspora* Gilkey — является возбудителем болезни, при которой не происходит плодоношения шампиньонов. Споры возбудителя крайне устойчивы к высоким температурам и химикатам. Этот гриб усиленно изучали и изучают в настоящее время (Stoller, 1943 a, b; Kligman, 1944; Иванов, Дренски и др., 1965; Thron, 1972, и др.). Обычно его рассматривают как «засоряющую плесень», конкурирующую с шампиньоном из-за субстрата. Однако Б. Столлер (1956) считает его паразитом, потому что он может расти только в сообществе с шампиньоном. Заболевание передается через покровный материал, споры возбудителя прорастают в плотные мицелиальные образования, на грядках появляются желтые плодовые пятна.

Для распознавания трюфельной болезни испытываемую почву (инокулят) вносят непосредственно в пробирки с мицелием шампиньона (Glasscock, Ware, 1941). Компост, зараженный *D. microspora*, обладает запахом, напоминающим запах хлора. Применяя бумагу, пропитанную уксуснокислым свинцом, установили, что мицелий *D. microspora* выделяет сульфиды (Stoller, 1943 a). Поскольку этот гриб плодоносит в кислой среде, компост с pH 7,5 может предотвратить появление болезни. Эффективным средством борьбы с *D. microspora* является прогревание компоста до 50° С в течение 24 ч. В последние годы показано, что обработка компоста 250 г  $\text{CuSO}_4$  на 1 т может препятствовать прорастанию спор *D. microspora*.

**Зеленые плесени.** Вызывают заболевание (Буковский, 1956; Ross, 1967) различные виды плесневых грибов из родов *Penicil-*



ium, Trichoderma, Chaetomium. Появление зеленых плесеней Цв. Ранчева (1972б) связывает с применением в шампиньоноводческих хозяйствах искусственных субстратов, заменяющих конский навоз и содержащих в качестве азотных добавок жмых, корни солодки. Эти материалы содержат от 4 до 7% общего азота, преимущественно в органической форме, и являются хорошей питательной средой для всяких сапрофитных микроорганизмов и плесеней. Болезнь характеризуется появлением в некоторых частях компоста многочисленных круглых маслянистых зеленых пятен, на почве образуется налет в виде зеленого порошка. Плесень затрудняет развитие мицелия, в результате чего в дальнейшем появляются слабо развитые плодовые тела, что отрицательно сказывается на урожае. Плесень легко переносится с неубранных или увядших шампиньонов на здоровые грибы.

Развитию заболевания способствуют высокая влажность компоста, несоблюдение правил пастеризации. Основным средством борьбы с зеленой плесенью является охлаждение компоста в течение 24 ч, так как низкая температура способствует выделению из него аммиака.

Шампиньоны, пораженные плесенью, необходимо удалять вместе с мясистой основой гнезда грибов. Места, с которых собраны плодовые тела, засыпают землей и обеззараживают 2%-ным раствором формалина.

**Заболевание «Vern Astley».** Возбудитель — плесневый гриб из рода *Spicaria*, который заражает компост и шампиньоны и вызывает деформацию плодовых тел и снижение урожая.

Болезнь может быть устранена обычными дезинфицирующими средствами.

**Ржавчина (бурая пятнистость).** Возбудитель — бактерия *Pseudomonas tolaasii* Paine. Первое детальное описание бактериальной болезни шампиньона, характеризующейся появлением бурых пятен на плодовом теле гриба, было дано Толазом в 1915 г. (цит. по Gandy, 1970). Он определил возбудителя заболевания как паразитную линию бактерии *Pseudomonas fluorescens*. В 1919 г. Пайне изолировал и детально изучил микроорганизм, вызывающий ржавчину шампиньонов. Как показали его исследования, изолят по некоторым свойствам отличается от описанного Толазом *Ps. fluorescens*. Поэтому Пайне предложил назвать возбудителя этого заболевания *Ps. tolaasii* Paine. В 1966 г. Леллиот подтвердил исследования Пайне, указав, что *Ps. tolaasii* может присутствовать как нормальная составная часть микрофлоры почвы шампиньонов, но при определенных условиях этот микроорганизм выделяет ядовитые для шампиньонов вещества.

Появление заболевания в некоторой степени зависит от климатических условий. Его возникновению способствуют повышенная температура и влажность воздуха, а также недостаточная вентиляция помещения, попадание на плодовые тела шампиньонов недоброкачественной воды. Симптомы болезни разнообразны, в основном

они определяются по появлению на поверхности шляпок шампиньона коричневых, а затем темно-коричневых, все увеличивающихся пятен. В тяжелых случаях на плодовом теле появляются некротические повреждения, ткань его отмирает, растрескивается в виде лучей, шляпка становится асимметричной.

Борьба с ржавчиной заключается в удалении больных грибов, в усилении вентиляции помещения, особенно после полива гряд. Гряды опрыскивают 1%-ным раствором хлорной извести или гексахлораном и другими хлорсодержащими препаратами (Atkins P., Atkins F. C., 1971). В настоящее время внедряются биологические методы борьбы с ржавчиной шампиньонов при помощи бактерий-антагонистов *Pseudomonas* sp. и *Enterobacter aerogenes* (Nair, Fany, 1972a, b, c).

**Вирусные болезни.** В последние 15 лет в литературе появился ряд работ, посвященных изучению вирусных заболеваний шампиньона и мерам борьбы с ними (Hollings, 1962, 1964; Dieleman-van-Zaayen, Temmink, 1968; Dieleman-van-Zaayen, Tilburg, 1968, 1969, 1970; Mattoni R. H. T., Mattoni L., 1971; Lemke, 1972; Rasmussen, 1972; Бисько, 1978, и др.).

Вирусные болезни различают по характеру поражения плодовых тел шампиньона. Одни из них образуют кожистые, мумиеподобные плодовые тела, другие превращают «ткань» гриба в водянистую стекловидную массу. Источником инфекции служат вирусные частицы различных размеров и формы: сферические частицы диаметром 25—29 мкм, напоминающие вирус MRV-I; удлинённые с закругленными концами, размером 19 × 50 мкм; палочки длиной 19 мкм; многогранные частицы размером 19, 25, 28, 40, 41 мкм. Каждая из этих частиц вызывает различные симптомы заболеваний у шампиньонов и соответствует различным вирусам. Например, вирусная частица размером 25 мкм вызывает у шампиньонов утолщение ножки, затверждение шляпки, гибель на ранней стадии развития. Удлинение ножки, затвердевание пластинок, уплощение шляпки наблюдаются при комбинации многогранных вирусов размером 29 и 40 мкм и палочковидных частиц размером 19 мкм. Симптомы могут изменяться в зависимости от условий окружающей среды, наследственных свойств вируса, от штамма шампиньона. Наиболее серьезными вирусными заболеваниями являются мумификация («гутту»), болезнь «Х», «Ла Франс». Ниже приводится краткая характеристика вирусных заболеваний шампиньонов.

**Мумификация** (у в я д а н и е). Впервые это заболевание было обнаружено в США в штатах Миссури (1935 г.) и Пенсильвания (1941 г.). А. М. Клигмен и Д. С. Пенни (Kligman, Penny, 1943) произвели обширное исследование этой болезни. Она распознается сначала по появлению мелких шампиньонов и по медленному росту грибов, затем по различным деформациям плодовых тел, вызываемых вторичным внедрением вирусов. Другими бросающимися в глаза симптомами являются развитие ризоморф в земляном слое и в компосте и трудность снятия грибов. Заболевание распростра-

няется от очага инфекции со скоростью 30 см в сутки. Причины болезни точно не выяснены. По мнению Н. Г. Громова (1957), она имеет физиологические основы — отсутствие нормального питания и необходимых других условий для культуры шампиньонов. Б. Столлер (1956), И. Х. Иванов, А. Дренски и другие (1965) предполагают, что явление мумификации — результат вирусного заболевания. Доказательством этому служит характер переноса заболевания: оно переносится только с почвой или компостом, но не плодовыми телами или насекомыми.

Меры борьбы с мумификацией заключаются в создании благоприятного режима для культуры шампиньонов, в сборе и уничтожении больных плодовых тел. После сбора ямки, где были больные грибы, следует засыпать свежей землей. А. М. Клигмен и Д. С. Пенни (Kligman, Pennu, 1943) утверждают, что, давая почве высохнуть и затем опрыскивая ее 2%-ным формалином, они получали совершенно нормальные грибы. Производится дезинфекция помещения средствами, содержащими бром, хлор; тринатрийортофосфатом. У. Шандорни (1964) считает, что нагревание зараженного мицелия шампиньона до 30° С полностью ликвидирует заболевание.

**Болезнь «Ла Франс» (L a F r a n s e).** Пораженные шампиньоны имеют тонкие длинные ножки и круглые твердые шляпки с водянистым содержимым, приобретают красно-коричневую окраску. Здоровые по виду грибы вянут, недоразвиваются, через 1—2 дня становятся мягкими, слизистыми. По мнению Цв. Ранчевой (1965б), У. Шандорни (1964), заболевание имеет вирусное происхождение.

Методы борьбы в основном такие же, как и с мумификацией.

**Болезнь «Х».** Заболевание по некоторым симптомам напоминает «Ла Франс», но имеет и свои особенности: компост на зараженных этой болезнью грядках по внешнему виду не отличается от нормального, свежего. Могут быть поражены отдельные участки и целые гряды, подвергаются инфекции плодовые тела как в первую, так и во вторую и третью волны плодоношения. Грибы неестественно удлиняются, твердеют ножки, шляпки искривляются набок и растут параллельно ножкам, буреют и скоро загнивают. Передается заболевание только с почвой и компостом. Выявить его очень трудно, так как типичные для болезни «Х» признаки определяются по плодовым телам почти через 3 недели после его появления.

Предупредить болезнь может строгое соблюдение профилактических мер в шампиньоннице. Коричневые штаммы шампиньонов более устойчивы к заболеванию, чем белые.

## **Вредители**

**Мухи.** Чаще всего шампиньоны поражают грибные мухи. Другие вредители, в частности нематоды и клещи, развиваются в отдельные сезоны. Известно 5 видов грибных мух, но из них 3 вида встречаются наиболее часто — это сциаридная, форидная и цицидная мухи.

Самки этих мух откладывают в навозе или в земле до 300 яиц. Через 4—8 дней из них вылупливаются личинки, которые через 10—14 дней превращаются в куколки; в течение последующих 5 дней появляются взрослые насекомые.

**Сциаридная муха** — мелкое насекомое, до 1 мм. Яйца откладывает в навозе на грядах. Из яйца через 7 дней вылупливается личинка (от 4 до 7 мм), похожая на червя, белая с черной головкой, которая живет 14 дней и наносит значительный вред развивающемуся мицелию шампиньона.

**Форидная (навозная) муха**. По сравнению со сциаридной мухой имеет короткие антенны. Личинки мелкие, с белой головкой (рис. 34, А).

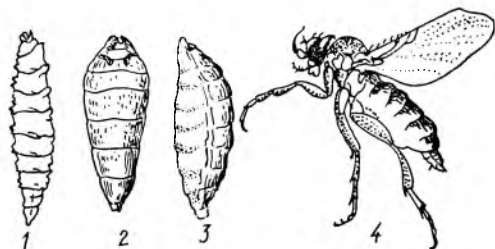
**Цицидная муха** — самая вредная из названных 3 видов (рис. 34, Б). Долгое время задерживается в личиночной стадии. Личинки мелкие, до 2 мм длиной, оранжевого цвета, изгрызают плодовое тело шампиньона. Из личинок развиваются куколки. Размножаются массово.

Полный цикл развития грибных мух составляет около месяца, так что за один вегетационный период шампиньона они могут дать два-три поколения. Мухи поражают мицелий, плодовые тела. Поврежденные грибы легко подвергаются вторичным грибным и бактериальным инфекциям.

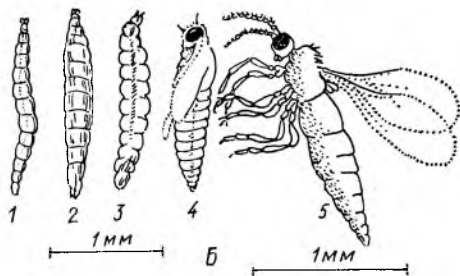
Мух довольно часто заносят вместе с навозом, но они могут прилетать из разных мест, привлекаемые запахом шампиньонов. Как правило, мухи вредят шампиньонам только в теплую погоду при температуре выше 15° С. Поэтому, когда для шампиньонов создается нормальный тепловой режим ( $13 \pm 2^\circ \text{C}$ ), вреда от мух почти не бывает. Мерам борьбы с этими вредителями уделяется серьезное внимание (Чолева, 1962 б, 1967; Hussey, Gurney, 1964, 1968; Hussey, Hughes, 1964; Gils, 1969; Wyatt, 1970, 1973; Bunns, 1973).

Чтобы уничтожить мух, занесенных с навозом или появившихся после закладки грунтов, последние пропаривают парами синильной кислоты и сернистым газом через 2—4 дня после их закладки, когда в почве бывает максимальная температура и насекомые выходят на поверхность. Неплохим средством для борьбы с грибными мухами является дихлофос (2,2-дихлорвинилдиметилфосфат), применяемый в форме аэрозоля, а также линдансодержащие препараты в дозе 2—3 г на 1 м<sup>2</sup> гряд или 0,1 %-ный раствор негувона в дозе 100 г на 100 л воды (Ранчева, 1972б).

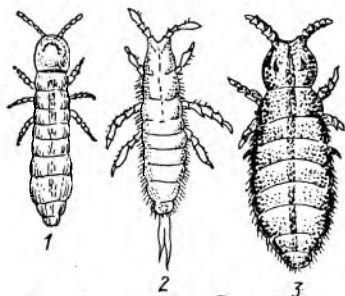
**Колеболы (ногохвостки)**. Это бескрылые мелкие насекомые, около 1—2 мм длиной (рис. 34, В). Цвет варьирует от серо-белого до черного. Массово размножаются во влажных теплицах. Яйца откладывают в навозе и покровном материале. Вылупившиеся личинки по форме напоминают взрослых особей, но более мелкие, совсем белые. Заносят их главным образом через навоз, в который они попадают из почвы, и через покровный материал. При низкой температуре ногохвостки малоподвижны, по мере повышения температуры их подвижность возрастает. Некоторые виды ногохвосток



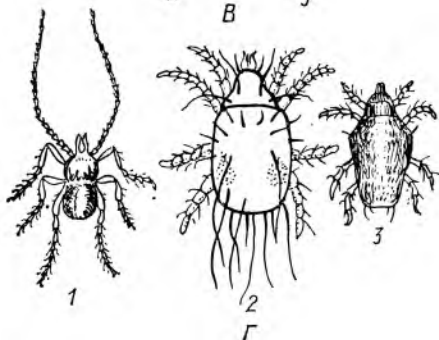
А



Б



В



Г

Рис. 34. Вредители шампиньонов (по Громову, 1960; по Девочкину, 1975; с дополнениями авторов):

А — мухи из семейства Phoridae: 1 — личинка; 2 — куколка (вид сверху); 3 — куколка (вид сбоку); 4 — имаго.

Б — мухи из семейства Cecidoidae: 1, 2, 3 — личинки разных стадий; 4 — куколка; 5 — имаго.

В — колемболы: 1 — *Hypogastrura* sp.; 2 — *H. manubrialis*; 3 — *H. armata* Nic. Г — клещи: 1 — *Linopodes anienae* Banks; 2 — *Tyroglyphus longior* Gari; 3 — *Pigmaephorus* sp.

приносят серьезный вред: они высасывают мицелий, и грибы почти не появляются. Ногохвостки в плодовых телах прогрызают полости, в результате такие грибы не пригодны для употребления.

Средства борьбы в основном те же, что и с мухами.

**Клещи.** Этих вредителей трудно заметить невооруженным глазом, так как они имеют микроскопические размеры (до 1 мм). Тело плоское или овальное, белое, желтое, даже красное (рис. 34, Г). Более подвижны белые виды. Клещи, развиваясь, проходят через несколько стадий. Яйца откладывают в навозе. Через 14 дней при благоприятных условиях из них вылупливаются личинки, при неблагоприятных условиях их развитие приостанавливается.

В природе клещи очень распространены. В шампиньонницы их вносят с навозом и многими органическими веществами почвы. Одни из них нападают на мицелий, что является наиболее опасным;

другие прогрызают каналы в ножке плодового тела по направлению к шляпке гриба; третьи прогрызают горизонтальные каналы и вдавливаются в плодовые тела (рис. 35). Пораженные места очень часто становятся мокрыми, темнеют вследствие вторичного поражения бактериями.

Если клещи обнаружены после посадки мицелия, то практически борьба с ними невозможна. Поэтому особое внимание следует уделять профилактическим мерам: дезинфекции помещения, стерилизации почвы, подбирать покровный материал, бедный органическими



Рис. 35. Плодовые тела шампиньона, поврежденные клещами (по Balázs, Gyurkó e. a., 1973).

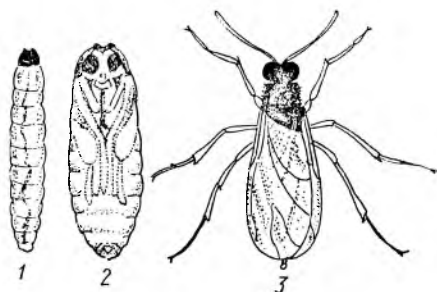


Рис. 36. Грибной комар семейства Licoiriidae (по Девочкину, 1975):  
1 — личинка, 2 — куколка, 3 — имаго.

веществами. Применяют химические препараты: линдан, 2—4 %-ный лизол, никотиновые препараты в концентрации 0,02%.

**Грибные комары.** Большой вред шампиньонам могут нанести грибные комары из семейства Licoiriidae — *Licoria solani* Vinn и *L. agararia* Felt. (Сили, 1970) (рис. 36). Скорость развития личинки из яйца до взрослого насекомого зависит от температуры в шампиньоннице и в компосте. При температуре 25° С развитие протекает за 20 дней; при 20° С — за 30, а при 15° С — за 40 дней. Заражение происходит в период прорастания мицелия на грядах относительно небольшим количеством комаров. В этот период необходимо внимательно следить за их появлением, так как один комар откладывает до 200 яиц. Личинки развиваются в компосте, а куколки, в зависимости от условий окружающей среды, — в покровном слое или на поверхности компоста. Личинки комаров могут сохраняться в грядах до появления второй или третьей волны плодоношения шампиньонов, нанося серьезный вред грибам. И. Сили (1970) отмечает четыре типа повреждения шампиньонов грибными комарами:

- во время прорастания мицелия содержащиеся в компосте личинки препятствуют его развитию;

- при многочисленном первом поколении, развитие которого совпадает с покрытием гряд, комары откладывают яйца в покровный слой и личинки уничтожают молодые плодовые тела шампиньонов. Вследствие этого урожай созревает не через 2, а через 3 недели и значительно снижается выход плодовых тел на 1 м<sup>2</sup> гряд;

— когда появляются взрослые насекомые, они откладывают яйца на поверхность плодовых тел; вылупившиеся личинки повреждают гриб;

— взрослые насекомые распространяют грибные болезни, особенно вертициллиум.

Второе поколение комаров вместе с личинками выносятся из шампиньонницы.

На практике борьба осуществляется со взрослыми насекомыми. Помещение проветривают, гряды опрыскивают 2%-ным линданом дважды; второе опрыскивание производится через неделю после первого в дозе 6 г на 1 м<sup>2</sup> гряд. Потолок, стены шампиньонницы, гряды при массовом развитии комаров рекомендуется опрыскивать раствором линдана. В последнее время нашел применение для борьбы с насекомыми, повреждающими грибы, дихлофос в виде аэрозоля.

**Нематоды.** Плодовые тела высших грибов представляют собой благоприятный биотоп для жизнедеятельности фитонематод. Проникая в плодовые тела из почв, они становятся настоящими грибными паразитами, находя в плодовых телах избыток белка для питания и все условия для размножения и развития. Большинство нематод являются сапрофитными организмами и не причиняют непосредственно серьезного вреда шампиньонам, но переносят инфекционные начала (споры, обрывки мицелия и т. д.) различных болезней. Паразитные нематоды имеют особое приспособление (иголочку), находящееся в переднем конце их тела, при помощи которого они пробираются гифы гриба, высасывают их и выделяют специальные вещества, разлагающие их содержимое. Паразитные нематоды очень активно размножаются в плодовых телах шампиньонов, уничтожая мицелий. Большой вред наносят и сапрофитные нематоды при массовом размножении. В ряде работ (Moreton, John, Goodey, 1956; Goodey, 1960; Ноорер, 1962a, b, и др.) указывается, что определенные виды нематод при высокой плотности популяции могут значительно снизить и даже уничтожить урожай шампиньонов.

Опытами доказано, что сульфат оксихинемена убивает нематод, однако он эффективен только на поверхности гряд. А. Латоски (1966) рекомендует при появлении нематод производить дезинфекцию помещения раствором гипохлорида (CaOCl<sub>2</sub>), через 1—2 дня повторить опрыскивание смесью, содержащей 400 г хлорной извести и 2 л формалина в расчете на 100 м<sup>3</sup> воздушного пространства. Однако опрыскивание помещения не является достаточно эффективным средством против нематод, через некоторое время они могут снова появиться. Для борьбы с нематодами используют препарат A-Schell-DD (смесь 1,2-дихлорпропена — 25% и 1,3-дихлорпропена — 50%) в дозе 50 мл на 1 л воды на 1 м<sup>2</sup> гряд. Б. Чолева (1962в, 1967) рекомендует применять для борьбы с нематодами 2—4%-ный раствор формалина, 10%-ный раствор серной извести, 1—2%-ный раствор базида, 0,3—0,4-ный раствор ногоса.

**Мокрицы** (*Porcellio scaber* Latz. и др.). Серые овальной формы насекомые, длиной около 1 см, водятся в сырых местах. В шампи-

ньонницах мокрицы размножаются и наносят большой вред шампиньонам. Гнездятся они в щелях стен, на стеллажах и, переползая на грунты, прогрызают плодовые тела.

Мокриц вылавливают на приманки: разрезанные на части картофель и свеклу. Кусочки приманок с собравшимися на них мокрицами быстро схватывают руками, обмывают в ведре с водой и кладут обратно в грунты. Однако этот метод малоэффективен. Лишь тщательная дезинфекция помещения перед закладкой грунтов надежно защищает от появления мокриц.

### **Общие профилактические мероприятия при культивировании шампиньонов**

Как известно, любое заболевание легче предупредить, чем лечить, к тому же многие болезни шампиньонов достаточно не изучены и не найдены эффективные средства для борьбы с ними. Поэтому для предохранения шампиньонов от заболеваний в первую очередь необходимо принимать строгие профилактические меры в основном до посадки мицелия в грунты. Предупредительные меры борьбы заключаются прежде всего в тщательном удалении всех источников распространения вредителей и болезней как перед закладкой грунтов, так и при дальнейшем уходе за культурой.

Место для шампиньонницы следует выбирать вдалеке от оранжей, парников, животноводческих ферм, сел, каналов, стоков воды и т. д. В шампиньонницах должен быть цементированный или асфальтированный пол. Поскольку вредители и возбудители болезней остаются в перегное и земляном слое старых шампиньонных грунтов, очень важно заблаговременно перед закладкой новых грунтов тщательно очистить помещение от старых грунтов и вывезти их подальше в поле, используя как хорошее органическое удобрение. После тщательной очистки помещение необходимо основательно продезинфицировать, для чего можно применять следующие меры:

**1. Опрыскивание раствором формалина.** Раствор готовят из расчета 0,25 л 40%-ного формалина на 10 л воды. На 1 м<sup>2</sup> опрыскиваемой поверхности культивационного помещения требуется 0,25 л формалина. После опрыскивания помещение закрывают на 2 суток. Пары формалина губительно действуют на остатки возбудителей грибных болезней и на различные грибы-конкуренты.

**2. Опрыскивание 2—4%-ным раствором хлорной извести.** Проводится за месяц до закладки грунтов. После опрыскивания помещение закрывают на 1—2 дня.

**3. Окуривание сернистым газом.** Для этого в помещении расставляют на кирпичи или на слой земли противни, на которые кладут серу из расчета 40—60 г на 1 м<sup>3</sup> помещения. Все щели помещения замазывают, серу зажигают и двери плотно заделывают на 2 суток. Окуривание сернистым газом можно проводить, когда помещение сравнительно сухое и имеет температуру не ниже 10° С. После окуривания помещение проветривают в течение 10 суток.

**4. Опрыскивание или промазывание разведенной в воде свежегашенной известью.** Негашеную известь разводят в воде из расчета 1 кг на ведро воды.

Следует отметить, что разные химические средства неодинаково действуют на вредителей и возбудителей болезней. Учитывая это, при дезинфекции применяют не один, а последовательно два или три



различных способа. Н. Г. Громов (1957) предлагает опрыскивать помещение хлорной известью, а через некоторое время известковым молоком или окуривать серой с последующим опрыскиванием свежегашенной известью. Особенно хорошо действует опрыскивание (с некоторыми промежутками) сначала хлорной известью, затем формалином и под конец свежегашенной известью. Производится дезинфекция шампиньонниц и в четыре приема: а) опрыскивание гипохлоридом натрия (хлористая щелочь); б) побелка свежегашенной известью; в) опрыскивание формалином; г) побелка свежегашенной известью.

Для уничтожения возбудителей грибных болезней и бактерий при дезинфекции места, на котором приготавливается навоз, и перед началом возделывания шампиньонов Т. Буковский (1956) рекомендует применять бордохлор — бордосскую жидкость с примесью хлористого кальция.

В бочке емкостью 60 л растворяют в 30 л воды 10 кг свежегашенной извести. В эмалированном ведре емкостью 10 л растворяют в 8 л воды 2 кг сернистой меди. Для ускорения растворения кристаллики серной меди необходимо мелко растолочь и растворить в небольшом количестве горячей воды. В другом ведре растворяют 1 кг хлористого кальция в 8 л воды. В бочку с известью, осторожно помешивая, сначала вливают раствор сернистой меди, а затем раствор с хлористым кальцием. При опрыскивании следует постоянно помешивать раствор и использовать его в день приготовления.

Также, как и бордохлор, для уничтожения грибов применяется препарат бордосоль, представляющий собой соединение сернистой меди, содержащей 15% меди, с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Небольшое количество бордосоли растворяют в небольшом количестве воды так, чтобы получить однородную кашку, затем, постоянно помешивая, доливают воду в количестве 25 л на каждый килограмм бордосоли. Дезинфекцию можно производить при помощи опрыскивателя или малярной кистью, смазывая жидкостью столы, пол, потолок. Жидкость должна быть использована в день приготовления, так как она быстро подвергается изменению.

Для дезинфекции шампиньонницы и уничтожения грибов и насекомых применяется калифорнийская жидкость, которую получают при кипячении в воде негашеной извести с серой. Препарат применяется за несколько дней до начала возделывания грибов. Перед использованием калифорнийскую жидкость растворяют в воде в соотношении 1 : 20.

Если навоз при обработке прошел слабую самостерилизацию и есть опасность, что с ним будут занесены вредители и возбудители болезней, то после закладки шампиньонные грунты обрабатывают паром, доводя температуру в них до 60—70°. Применяется также окуривание помещений парами синильной кислоты на 3—4-й день после закладки грунтов, когда температура в них повысится до 45—50° С. Наиболее часто возбудители болезней и вредители заносятся в шампиньонные грунты с землей. Поэтому покровный материал на них нужно насыпать после термической обработки.

Во время плодоношения в шампиньоннице должна соблюдаться образцовая чистота. При появлении заболевания следует на отдельные стеллажи наложить карантин и принять необходимые меры борьбы.

## **КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ, МИРОВОЙ СТАНДАРТ**

Нормы, касающиеся стандартизации, сбыта и контроля товарного качества культивируемых шампиньонов, приведенные ниже, соответствуют стандарту, рекомендованному рабочей группой Европейской экономической комиссии ООН по выработке качественных норм для скоропортящихся продуктов (Agri (WP.1) Eur. Stan. 38/Rev. 1).

### *I. Определение продукта*

Настоящий стандарт относится к карпофорам культивируемых шампиньонов, поставляемых потребителю в свежем виде и не предназначенных для промышленной переработки.

Грибы подразделяются на две группы: а) неподрезанные грибы, нижняя часть ножки которых не подрезана; б) подрезанные грибы, нижняя часть ножки которых подрезана (подрез должен быть чистым и приблизительно перпендикулярным продольной оси ножки). Обе группы подразделяются на: 1) закрытые грибы, т. е. грибы, шляпки которых закрыты; 2) открытые грибы, т. е. грибы, шляпки которых открыты (открытые плоские края шляпки должны быть слегка загнутыми).

### *II. Положения, касающиеся качества*

Цель настоящего стандарта состоит в определении качественных требований, предъявляемых к шампиньонам на стадии их отгрузки после подготовки и упаковки.

**А. Минимальные требования.** Шампиньоны должны быть:

- цельными<sup>1</sup>;
- свежими по внешнему виду;
- здоровыми, т. е. без повреждений, вызванных болезнями, насекомыми и другими паразитами;
- не содержащими насекомых или других паразитов;
- не содержащими никаких посторонних примесей и без заметных следов химикатов;
- без чрезмерной внешней влажности и достаточно просушенными после возможного предварительного мытья;
- без постороннего запаха и привкуса;
- степень зрелости и состояние шампиньонов должны быть такими, чтобы они могли выдерживать перевозку, погрузочно-разгрузочные операции и доставляться к месту назначения в удовлетворительном состоянии.

---

<sup>1</sup> В соответствии с определением подрезанные грибы считаются цельными.

**Б. Классификация.** Шампиньоны классифицируются по качеству на следующие три сорта.

1. **В ы с ш и й с о р т.** Шампиньоны этого сорта по форме, внешнему виду, развитию и по цвету должны удовлетворять требованиям данной разновидности. Они должны быть: правильной формы, без повреждений. Количество приставшего или не приставшего тепличного материала не должно превышать: 3 % для неподрезанных грибов, 0,05% для подрезанных.

2. **П е р в ы й с о р т.** Шампиньоны этого сорта должны быть хорошего качества, однако могут иметь следующие незначительные дефекты при условии, что они не скажутся на общем внешнем виде, качестве, хранении или общем оформлении: небольшие дефекты во внешнем виде, небольшие дефекты в цвете, незначительные поверхностные пятна. Количество приставшего или не приставшего тепличного материала не должно превышать: 6% для неподрезанных грибов, 1% для подрезанных.

3. **В т о р о й с о р т.** К этому сорту относятся шампиньоны, которые не могут быть отнесены к более высоким сортам, но соответствуют указанным выше минимальным требованиям. Грибы могут иметь следующие повреждения при условии, что они не скажутся на их качестве и сохранности: небольшие пятна, легкую помятость. Количество приставшего или не приставшего тепличного материала не должно превышать: 8% для неподрезанных грибов, 1% для подрезанных.

### *III. Положения, касающиеся калибровки*

Размер шампиньонов определяется по максимальному диаметру шляпки и длине ножки в соответствии со следующими спецификациями:

#### **1. Закрытые грибы**

Диаметр шляпки		Максимальная длина ножки для подрезанных грибов
Маркировка	Предельные размеры	
Мелкие	15—35 мм	20 мм
Средние	30—55 мм	25 мм
Крупные	55 мм и более	30 мм

#### **2. Открытые грибы**

Диаметр шляпки		Максимальная длина ножки для подрезанных грибов
Маркировка	Предельные размеры	
Мелкие	20—35 мм	20 мм
Средние	30—65 мм	25 мм
Крупные	65 мм и более	30 мм

3. **Неподрезанные грибы**, длина ножки которых превышает диаметр шляпки, должны относиться ко второму сорту.

Калибровка является обязательной: для всех подрезанных и неподрезанных грибов высшего сорта; для всех подрезанных грибов первого сорта; для всех неподрезанных грибов первого и второго сортов, расфасованных по 1 кг или менее.

Калибровка является необязательной для неподрезанных грибов первого сорта и для всех подрезанных и неподрезанных грибов второго сорта, расфасовка которых превышает 1 кг. Однако все такие грибы должны соответствовать вышеуказанным минимальным размерам: 15 мм для закрытых и 20 мм для открытых грибов.

#### *IV. Положения, касающиеся допусков*

Разрешаются следующие допуски по качеству и по размеру на продукты, не удовлетворяющие требованиям сорта, указанного в каждой упаковке.

##### **А. Допуски по качеству**

**В ы с ш и й с о р т:** 5% по количеству и массе грибов могут не соответствовать требованиям высшего сорта, но должны отвечать требованиям первого сорта или, в исключительных случаях, соответствовать допускам для этого сорта.

**П е р в ы й с о р т:** 10% по числу и по массе грибов могут не соответствовать требованиям первого сорта, но должны отвечать требованиям второго сорта или, в исключительных случаях, соответствовать допускам для этого сорта.

**В т о р о й с о р т:** 10% по числу и массе грибов могут не соответствовать ни требованиям этого сорта, ни минимальным требованиям, но должны быть годными для потребления.

##### **Б. Допуски по размеру**

Для всех сортов 10% по числу и массе грибов могут не соответствовать установленным размерам.

##### **В. Особые допуски в отношении закрытых грибов**

**В ы с ш и й с о р т:** в каждой упаковке с закрытыми грибами разрешается наличие максимально 10% по числу и массе незначительно открытых (кольцо отделилось от шляпки).

**П е р в ы й и в т о р о й с о р т:** в каждой упаковке разрешается наличие максимально 25% по числу и массе незначительно открытых грибов (кольцо отделилось от шляпки).

#### *V. Положения, касающиеся стандартизации*

##### **А. Однородность**

Содержимое каждой упаковки должно быть однородным, и в ней должны быть только грибы одного происхождения, разновидности, качества и размера (если продукт калиброван) и в значительной степени одинаковой зрелости и цвета.

Видимая часть продукта в упаковке должна соответствовать содержанию всей упаковки.

##### **Б. Упаковка**

Грибы должны быть упакованы таким образом, чтобы обеспечивалась их надлежащая сохранность.

Материалы и в особенности бумага, используемая внутри упаковки, должны быть новыми, чистыми и такого качества, чтобы не вызывать внешних и внутренних повреждений продукта. Использование упаковочного материала и, в частности, бумаги или ярлыков с торговыми спецификациями разрешается, если для печатного текста или ярлыков использовались нетоксичные чернила или клей.

Упаковка не должна содержать никаких посторонних веществ.

## *VI. Положения, касающиеся маркировки*

На одной стороне каждой упаковки четким и нестираемым шрифтом должны наноситься указания, сгруппированные в одном месте и видимые снаружи.

### **А. Опознавательные обозначения**

Упаковщик	Наименование, адрес или официально установленное либо принятое кодовое обозначение
и/или	
грузоотправитель	

### **Б. Род продукта**

Культивируемые грибы	
Подрезанные или неподрезанные	Если содержимое продукта не видно снаружи
Окраска (белая, кремовая, коричневая)	
Закрытые или открытые	

### **В. Происхождение продукта**

Страна происхождения или (не обязательно) район произрастания или же национальное, региональное либо местное торговое наименование.

### **Г. Товарные характеристики**

С о р т

Р а з м е р. В случае необходимости должны быть указаны диаметры шляпки или должна быть сделана пометка: «мелкие», «средние», «крупные».

М а с с а

**Д. Официальный контрольный штамп (не обязательно).**

## **ПОТРЕБЛЕНИЕ ШАМПИНЬОНОВ**

После сбора урожая шампиньоны направляют либо на продажу в свежем виде, либо на консервирование.

### **Консервирование посредством стерилизации**

Доставляемые на предприятия шампиньоны должны быть целыми, свежими, твердыми. Чем больше сырье отвечает указанным условиям, тем выше качество готовой продукции. Кроме того, качество сырья играет решающее значение для нормального протекания производственных процессов. Шампиньоны, поступающие на предприятия

тия, должны быть предварительно рассортированы при их заготовке. Целые шампиньоны поступают на консервацию, поломанные — выделяют в отдельную партию и перерабатывают иными способами: изговляют грибной порошок, паштет и др. Недопустимо поступление для промышленной переработки шампиньонов, пораженных червями либо насекомыми.

При консервировании грибов методом стерилизации решающую роль играет герметичность упаковки готового продукта. Обычно для упаковки используют жестяную либо стеклянную тару. В последнее время в консервной промышленности широко применяют жестяные банки, изготовленные из белой жести.

Промышленная консервация грибов методом стерилизации состоит из следующих последовательных операций: сбор, транспортировка, сортировка, подрезывание, калибровка, промывка, бланширование, охлаждение, отбеливание, наполнение, упаковка, стерилизация. Рассмотрим перечисленные операции более подробно.

Сбор, транспортировка и сортировка шампиньонов производятся безотносительно от вида консервирования. Главное — это высокие качественные показатели поступающего сырья.

Подрезывание грибов — операция, характерная для их консервирования методом стерилизации в целом виде. С помощью маленького ножа обрезают нижнюю часть ножки, удаляя при этом поврежденные части ножки и шляпки. Одновременно с подрезыванием производится предварительная сортировка. В зависимости от вида используемой технологии, подрезывание может осуществляться вручную либо на машинах. Сортировка шампиньонов производится в зависимости от их вида, размера, годности.

Ручная калибровка шампиньонов осуществляется на вращающемся цилиндрическом барабане из нержавеющей стали с калибровочными отверстиями различного диаметра. При машинной сортировке калибровка осуществляется в два этапа, что увеличивает производительность калибровочной машины. На первом этапе отделяются все грибы размером более 36 мм. Сортировка оставшихся грибов составляет второй этап.

Шампиньоны, доставленные на переработку, содержат значительное количество земли. В этой связи для промывки грибов требуется большое количество воды. Используются различные типы моечных машин: машина со щетками, вентиляторная машина и пороговая моечная машина.

После промывки и отцеживания грибы бланшируют. Процесс бланширования заключается в непродолжительном подогреве сырых грибов горячей водой или посредством прямого пара. Эта операция облегчает последующий процесс консервирования и обеспечивает сохранение вкусовых качеств готового продукта. Необходимо учитывать, что при применении пара теряется меньше питательных веществ, чем при водном бланшировании. Однако последнее, в свою очередь, также имеет ряд преимуществ перед паровым бланшированием.

Шампиньоны бланшируют в горячей воде 91—100° С на протяжении 5—7 мин. При этом время бланширования варьируется в зависимости от величины грибов, степени их зрелости, а также температуры воды. Более крупные и зрелые грибы бланшируют в течение 7—8 мин, а молодые и свежие — 3—4 мин. Вода, в которой бланшируют шампиньоны, должна содержать 2% поваренной соли и 0,5—0,7% лимонной кислоты. В виду того что при бланшировании вода поступает непрерывно, концентрация указанных компонентов постоянно контролируется.

Сразу после бланширования грибы необходимо охладить в воде до температуры 25—30° С в течение 1—2 мин. Такое быстрое охлаждение грибов обеспечивает высокое качество продукта, поскольку дальнейшее тепловое воздействие приводит к отрицательным изменениям. Охлаждение бланшированных шампиньонов производится в охлаждающих секциях с применением обильного количества воды.

Отбеливание шампиньонов — операция, которая улучшает качество готового продукта. Она характерна для консервации шампиньонов методом стерилизации и осуществляется почти одновременно с бланшированием. Хотя некоторые операции по отбеливанию грибов предшествуют бланшированию, данный процесс завершается одновременно с бланшированием.

Отбеливание грибов осуществляется двумя способами — естественным и искусственным (Иванов, Дренски и др., 1965). Естественное отбеливание шампиньонов заключается в их предварительной ферментации. Для этой цели вымытые грибы помещают в деревянную бочку и заливают холодной водой до полного покрытия грибов. После этого добавляют 1%-ный водный раствор поваренной соли. В зависимости от температуры шампиньоны остаются в таком состоянии 2—5 дней до наступления ферментации. Искусственное отбеливание шампиньонов осуществляется с применением сернистой кислоты. Качество отбеливания грибов повышается, когда в воду для бланширования добавляют 1%-ный раствор бисульфата натрия. В этом же растворе при температуре 90—95° С грибы бланшируют и после охлаждения обильно промывают водой для того, чтобы удалить остатки бисульфата натрия. Тщательная промывка шампиньонов с целью удаления бисульфата натрия необходима во избежание коричневого налета на стенках банки.

Далее шампиньоны укладывают в жестяные либо стеклянные банки. Перед наполнением банки промывают теплой водой и обрабатывают паром. Наполненные грибами банки сразу же заливают горячей заливкой. Ее состав: 1%-ный соляной раствор с добавкой 0,1% лимонной кислоты. Изготовление заливки производят путем варки соли с лимонной кислотой до кипения, после чего необходимо удалить пену и процедить. Заливка производится автоматически, однако при этом необходимо тщательно контролировать наличие воздушных пузырей между грибами.

После заливки происходит удаление воздуха из незакрытой консервной упаковки и продукта, находящегося в ней. Эта операция

производится непосредственно перед герметическим закрыванием. В виду того что грибы содержат большое количество воздуха, которое невозможно удалить во время бланширования, воздухоотделение — важный этап консервации грибов. Воздух, оставшийся в упаковке, приводит в негодность консервированные шампиньоны и вызывает их быстрое потемнение. Воздухоотделение осуществляется несколькими способами: 1) посредством горячей доливки (80—90° С) банок, наполненных грибами; 2) путем разогревания до 90—100° С залитых, но еще не закрытых банок в специальных аппаратах; 3) посредством откачки воздуха из упакованных банок с применением вакуума либо путем впрыскивания под крышку сильно разогретого пара. После откачки воздуха банки немедленно закрывают, чем обеспечивается полная герметичность упаковки как во время стерилизации, так и после, во время хранения.

Стерилизация производится для продолжительного хранения грибов без каких-либо существенных изменений. При стерилизации уничтожаются все вегетативные и большая часть спороносных микроорганизмов. Процесс стерилизации шампиньонов проходит при 118—121° С. Применение более высоких температур недопустимо, поскольку выше 121° С происходит денатурация белков и распадается плодовое тело. Температурный режим стерилизации находится в тесной зависимости от времени теплового воздействия. Их отношение выражается обратной пропорцией.

После окончания стерилизации производится охлаждение упаковок до температуры 37—40° С. От скорости охлаждения зависит качество консервированных шампиньонов, поскольку дальнейшее действие тепла повреждает верхнюю, нежную структуру грибов.

Охлажденные стерилизованные грибы хранят в сухом прохладном помещении при температуре 5—8° С. После истечения взрывного периода, продолжительность которого составляет около 15 дней, консервированные шампиньоны этикетируют и доставляют в торговые организации.

## Маринование

Очищенные и вымытые грибы подвергают бланшировке. Расход воды определяют из следующей пропорции: на 50 кг свежих грибов — 7—8 л чистой питьевой воды. В воду прибавляют в соответствующих количествах поваренную соль, винную либо лимонную кислоту и уксус. В этом растворе производится бланшировка шампиньонов. В ходе бланшировки необходимо немедленно снимать появляющуюся пену. После снятия пены в раствор добавляют остальные компоненты. Ниже приводится рецепт для маринования 100 кг шампиньонов (Иванов, Дренски и др., 1965):

1. Поваренная соль	4400 г
2. Уксус 6%-ный	4000 г
3. Лимонная или винная кислота	40 г



4. Лавровый лист	30 г
5. Корица	10 г
6. Душистый перец	10 г
7. Гвоздика	10 г
8. Черный перец (зерна)	10 г
9. Вода	14—15 л

В данном рецепте соль и уксусная кислота предназначены для предохранения грибов от порчи, лимонная кислота — для сохранения цвета грибов, черный перец — для вкусовых качеств маринованных грибов, корица и гвоздика — для придания аромата.

Время варки шампиньонов 20 мин. Грибы считаются сваренными, когда они падают на дно, а соленый маринад будет чистым, без пены и осадка. Этот момент очень важен, так как недоваренные грибы могут впоследствии образовать белый осадок на дне банки; переваренные грибы после стерилизации разрушаются и заливка темнеет. Хорошо сваренные грибы — крепкие, целые, эластичные, а заливка почти прозрачная.

Быстрое охлаждение сваренных грибов имеет большое значение для качества маринованных грибов. Подготовленные по этому способу грибы накладывают в банки и заливают маринадом. После перечисленных операций грибы стерилизуют.

### **Химико-технологический контроль производства <sup>1</sup>**

Высокая степень стандартизации производства обеспечивает идентичность выпускаемой продукции. В нашей стране соблюдение стандартов обеспечивается в законодательном порядке. Однако сама идея стабильности стандартов не исключает, а, напротив, предполагает их динамичность. В этой связи периодически существующие стандарты пересматриваются с учетом последних достижений науки и техники, с целью повышения требований к качеству продуктов. Такие меры позволяют не только улучшить качественные характеристики выпускаемой продукции на передовых предприятиях, но и создать новейшую современную технологию для внедрения на всех предприятиях отрасли.

Соответствие выпускаемой продукции существующим стандартам в любой отрасли производства обеспечивают всевозможные системы и методы контроля. В процессе промышленного консервирования грибов рациональное ведение процесса производства и высокий качественный уровень выпускаемой продукции обеспечиваются организованной системой химико-технологического контроля производства.

Поскольку консервирование грибов во многом зависит от качества основного и вспомогательного сырья, химико-технологический контроль процесса консервирования играет большую роль имен-

---

<sup>1</sup> Основные сведения о химико-технологическом контроле почерпнуты из ряда работ (Скробанский и др., 1955; Марх, Кржевова, 1955; Ильченко и др., 1958).

но на этом, начальном этапе производства. Однако указанный метод не теряет своего значения в ходе всего технологического процесса консервирования, а также в ходе контроля готовой продукции.

Сырье, идущее на переработку, должно быть кондиционным и отвечать техническим требованиям конкретного технологического процесса. Для того чтобы сырье отвечало указанным требованиям, оно подвергается химико-бактериологическому анализу. Качество сырья определяют не только при поступлении его на переработку, а и в ходе всего периода хранения, от заготовки сырья и до начала процесса консервирования. При этом контролируется соблюдение соответствующих условий хранения сырья и в зависимости от состояния отдельных его партий устанавливается график очередности переработки.

Естественно, что качественные характеристики сырья не могут в полной мере детерминировать качество готовой продукции, так как вполне кондиционное сырье при неверной организации технологического процесса либо нарушении санитарно-гигиенического режима может превратиться в недоброкачественную продукцию. Из этого следует, что рекомендуемый технологический процесс консервирования должен реализовываться на конкретных предприятиях с максимальной адекватностью без каких-либо изменений. То же можно сказать и относительно санитарно-гигиенического режима, который также должен быть стабильным. Из этих условий вытекают требования постоянного контроля за состоянием аппаратуры и инвентаря пищевых предприятий, за уровнем знаний работников, вовлеченных в технологический процесс, и за соответствием их квалификации исполняемым операциям. Несоблюдение указанных требований нередко приводит в частности, к простоям в цехах. А, как известно, в пищевой промышленности простои в производственных процессах имеют самое непосредственное влияние на ухудшение качества конечного продукта. В этой связи при консервировании грибов контроль в цехе должен охватывать все производственные процессы: мойку, разделку и очистку сырья, бланшировку, посол, изготовление заливок, приемку тары, расфасовку, закатку, стерилизацию и т. д.

Процесс мойки полностью механизирован и проводится в проточной воде. Вода при этом в обязательном порядке подвергается микробиологическому, химическому и техническому анализу. Это условие относится не только к воде, используемой для мойки, но и к воде, которая используется для иных технологических целей. Определение чистоты продуктов после мойки производится установлением степени бактериальной обсемененности и наличия механических примесей. Кроме продуктов, контролируется и вода, поступающая с промывки. В частности, определяется сухой остаток промывных вод и их бактериальная обсемененность.

Наибольшие потери сырья могут происходить при очистке его, в связи с чем необходима такая организация технологического процесса, при которой потери были бы минимальными. Поэтому в про-

цессе контроля производства обязательно учитывается количество отходов, получаемых при разделке и очистке сырья.

На этапе бланшировки грибов возможны потери питательных и вкусовых веществ. Наиболее подвергаются уничтожению при бланшировке водорастворимые витамины. Это определяет особенности контроля производства с целью сокращения указанных потерь. В основном контроль относится к воде — к ее сменяемости, температуре, количественному отношению воды к сырию. Особо контролируется время бланшировки.

С целью недопущения качественных и количественных потерь при посоле, контролируются чистота и плотность рассола, содержание соли в продукте, соответствие соли стандартным показателям. Тщательно контролируются технологический режим посола, его продолжительность.

Контролю подвергается и процесс расфасовки готового продукта в тару. При этом необходимо следить за правильностью и своевременностью наполнения банок, за правильным количественным соотношением составных частей консервов, своевременностью подачи ингредиентов, температурой заливки. Немаловажное значение при расфасовке имеют санитарное состояние инвентаря, а также своевременность подачи банок на закатку. Контролю подвергается и тара до укладки. Она должна соответствовать техническим условиям конкретного технологического процесса.

Контроль на этапе закатки и укупорки состоит в проверке герметичности упаковки и, соответственно, в проверке правильности шва. После закатки консервированные грибы должны сразу же поступать на стерилизацию. Здесь необходимо следить за своевременностью поступления продуктов на стерилизацию. Качество стерилизации зависит от правильной работы автоклавов, в связи с чем контроль распространяется на температурные процессы в автоклавах и на давление в них. Кроме того, контролируются время стерилизации, а также правильность показаний контрольно-измерительных приборов.

Последний этап контроля заключается в определении качества готовых консервированных грибов.

Кроме сказанного, на всех перечисленных этапах технологического процесса консервации грибов лаборатория систематически контролирует нормы расхода сырья и материалов, сопоставляя фактические расходы с нормативными, что имеет непосредственное влияние на рационализацию и экономичность производства. Документально работа лаборатории по контролю производства выражается в химико-техническом отчете, где отражены важнейшие качественные и количественные показатели работы предприятия.

## **Сушение**

Сушение грибов — один из распространенных методов консервирования. Традиционный способ — сушка грибов на открытом воздухе при сильном солнце. При сушении грибов отделяется значитель-

ная часть содержащейся в них воды. Поэтому получается продукт с высокой концентрацией питательных веществ. Причина быстрого разложения грибов по сравнению с другими растительными продуктами — большое содержание воды, с одной стороны, и микроорганизмы — с другой, которые разлагают растительные ткани, выделяют вредные для человеческого организма вещества. В сушеных грибах содержание воды крайне низко, ввиду чего развитие в них микроорганизмов невозможно. Угнетение жизненной деятельности микроорганизмов происходит при удалении 90—92% воды. При такой влажности сушеные грибы сохраняются в сухих проветриваемых помещениях без каких-либо изменений их химического состава.

Консервирование грибов путем сушки имеет ряд преимуществ. Отношение массы сушеных грибов к эквивалентному количеству консервированных методом стерилизации составляет 1 : 20. Малая масса сушеных грибов позволяет использовать рациональную упаковку, упрощает хранение и транспортировку. Это соответственно влияет на общее снижение себестоимости продуктов сравнительно с равным количеством стерилизованных грибов. По белковому содержанию сушеные грибы гораздо богаче консервированных. Так, содержание воды в консервированных грибах составляет 88—92%, белковых веществ — 2—5%; в сушеных грибах — соответственно 2—6 и 23%. Отсюда калорийность сушеных грибов в 4—11 раз выше калорийности исходного сырья. Средняя калорийность свежих грибов равна 30—35 кал на 100 г субстанции; сушеных — более 220 кал (Иванов, Дренски и др., 1965).

Сушеные грибы обладают специфическими свойствами, которые невозможно получить при других способах консервирования. К ним можно отнести, например, возможность изготовления грибного порошка, возможность хранения и транспортировки в зимнее время, а также в отдаленные северные районы, не опасаясь замораживания. Однако сушеные грибы обладают и рядом недостатков. К ним можно отнести продолжительное время варки, необходимость предварительного размачивания в холодной воде, ухудшение цвета и вкусовых качеств. Кроме того, при хранении сушеных грибов необходимо поддерживать определенную температуру и влажность. Современные технологические процессы позволяют свести на нет указанные недостатки в целях оптимизации данного способа консервирования.

При отборе грибов для сушки пользуются теми же критериями, что и при отборе грибов для других методов консервирования. Так как в технологии сушки шампиньонов отсутствует, естественно, процесс мойки, грибы должны поступать на сушку чистыми. Последовательно процесс производственной сушки шампиньонов состоит из следующих операций: сбор, подрезка, сортировка, нарезка, сушка, упаковка и хранение.

Свежесобранные грибы засорены песком, землей. Эти механические примеси удаляют и одновременно с очисткой шампиньонов

производят их подрезку. После удаления механических примесей и подрезки производится сортировка шампиньонов.

Тщательная сортировка грибов — немаловажное условие, обеспечивающее высокое качество конечного продукта. Сортировка может производиться по различным параметрам: по размеру, по степени зрелости, по наличию повреждений и др. Но в любом случае сортировка перед обработкой позволяет достичь максимальной однородности готовой продукции. Именно благодаря сортировке сушеные грибы отвечают требованиям стандартизации и упрощаются и механизмируются производственные процессы.

Непосредственно перед сушкой шляпки отделяют от ножек и нарезают кусочками толщиной от 3 до 5 мм.

Сушка шампиньонов осуществляется посредством теплого воздуха, постоянно циркулирующего в сушильной камере, под действием которого из грибов испаряется влага. Испарение влаги происходит наиболее интенсивно в начальный момент сушки и угасает к ее концу. В первую половину сушки из шампиньонов испаряется до 80% влаги, однако эти данные относительно ввиду различия температурных процессов сушки. Применение высоких температур при сушке шампиньонов не рекомендуется, ввиду того что при высоких температурных режимах на поверхности грибов образуется сухая корочка, препятствующая дальнейшему испарению влаги. Это затрудняет и удлиняет процесс сушки.

В первом периоде сушки отделяется влага с поверхности продукта, а во втором — из более глубоких слоев, в связи с чем уменьшается скорость сушки и повышается температура продукта. Исходя из указанных особенностей, первый период сушки грибов проводится в температурном режиме 100—120°С, без какого-либо ухудшения качества продукта. В начале второго периода, когда испарение происходит уже внутри продукта, температура понижается до 50—55°С.

Качество сушеных шампиньонов и эффективность сушки достигаются при высокой скорости производственных процессов и минимальных расходах топлива. Решающим фактором при этом является температурный режим, определяющий сушильную способность воздуха. Кроме того, на скорость сушки влияют и другие факторы: скорость движения воздуха, относительная влажность, объем сушильной камеры, размер и форма обрабатываемого продукта, толщина пласта сырья. В тех случаях, когда ножки грибов сушатся отдельно от шляпок, повышают температуру и увеличивают время сушения. Допустимая остаточная влажность высушенных шампиньонов, подлежащих герметической упаковке — 6%. При обычной упаковке грибов их влажность может достигать 12%.

Для достижения однородности высушенных шампиньонов необходимо устранить различия во влажности, которые имеют место после окончания процесса сушки. Эти различия во влажности обусловлены неодинаковой структурой плодового тела гриба. Например, при сушении целых грибов ножка имеет более высокую влаж-

ность, чем шляпка. Влажность разрезанных шампиньонов, подвергшихся сушке, также неодинакова. Толстые части и отдельные куски имеют более высокую влажность, чем тонкие. В поверхностном слое высушенного гриба влажность меньше, чем во внутреннем. Чтобы сбалансировать влажность конечного продукта, грибы после сушки оставляют в рассыпанном состоянии. Время этой операции обусловлено размером целых грибов либо нарезанных кусков и составляет в среднем 5—7 дней. При конечной влажности сушеных грибов 8% и ниже уравнивание влажности не производится.

Перед упаковкой сушеных шампиньонов производят их сортировку, удаляя при этом грибы, которые пригорели, потемнели, плохо засушились, сильно скрутились либо поломались. Таким образом обеспечивается качество и товарный вид грибов. Один из этапов сортировки высушенных шампиньонов — просеивание их через сито. При этой операции отделяются мелкие грибы и нестандартные куски. После сортировки грибы упаковывают.

Хранение сушеных шампиньонов сопряжено со всевозможными трудностями и должно сопровождаться постоянным контролем, так как в период хранения грибы подвержены различным изменениям. Прежде всего, это повышение влажности ввиду высокой гигроскопичности сушеных грибов. Влагу грибы поглощают из окружающего воздуха, становясь гибкими и эластичными. Их влажность при этом повышается до 12—14%. Хотя при такой влажности грибы можно сохранять довольно продолжительное время, повышение влажности вызывает появление плесени. В целях недопущения подобных изменений относительная влажность воздуха в складских помещениях не должна превышать 75—80%.

Немаловажную роль при хранении сушеных шампиньонов играет температурный режим. При повышении температуры ускоряется процесс потемнения грибов и, соответственно, ухудшается их вкус. Наиболее благоприятная температура при хранении сушеных шампиньонов 8—10° С.

Большое влияние на процесс хранения сушеных грибов оказывают санитарно-гигиенические условия, при необеспечении которых появляются всевозможные складские вредители. Кроме того, сушеные грибы интенсивно поглощают посторонние запахи, надолго задерживая их. Поэтому в помещении, где хранятся грибы, недопустимо хранение других продуктов.

### **Замораживание**

Клеточная структура и химический состав грибов создают условия для быстрого развития микроорганизмов и разложения питательных веществ. Низкая температура задерживает указанные процессы. В этой связи замораживание шампиньонов и хранение их при температуре — 18° С — один из эффективных методов консервации в целях непрерывного снабжения населения натуральными грибами.

Замороженные грибы полностью сохраняют свои питательные и вкусовые качества. Цвет и форма замороженных грибов остаются почти неизменными на протяжении длительного времени. К недостаткам метода замораживания шампиньонов следует отнести создание больших холодильных комплексов для производства и хранения замороженных продуктов. При замораживании грибов могут преследоваться различные конечные цели: их могут подвергать замораживанию как самостоятельный сырой продукт, как полуфабрикаты для производства различных грибных блюд и непосредственно как блюда, готовые к употреблению.

Шампиньоны, предназначенные для замораживания, должны отвечать определенным качественным требованиям. Следует отметить, что именно шампиньоны лучше других грибов подвергаются замораживанию. Для замораживания необходимо отбирать молодые, свежие, сочные грибы. Эти требования, маловажные при других методах консервирования, играют определяющую роль при консервировании методом замораживания, обуславливая качество конечного продукта. Шампиньоны, предназначенные для замораживания, естественно, должны быть полноценными и по иным параметрам: не поражены болезнями и вредителями, не загрязнены механическими примесями, не повреждены. Соответствие этим требованиям обеспечивает как качество конечного продукта, так и его товарный вид.

До замораживания отобранные грибы хранят в чистых прохладных помещениях при постоянной циркуляции воздуха. Температуру в этих помещениях поддерживают от 0 до 5° С, а относительную влажность — не выше 90%. В таких условиях, сравнительно со средой с температурой 20° С, дыхание грибов уменьшается в 5 раз.

Процесс очистки, сортировки и обрезки шампиньонов, предназначенных для замораживания, идентичен аналогичным процессам при других методах консервирования. Существенное значение в подготовке к замораживанию имеет мойка шампиньонов. В ходе этой операции не только удаляются механические примеси, но и уничтожаются поверхностные микроорганизмы, которые могут не быть уничтожены в результате замораживания и остаться на конечном продукте. Нарезка грибов перед замораживанием не практикуется, так как при данном методе консервирования на срезах происходит потемнение.

Установлено, что бланширование грибов перед замораживанием значительно улучшает их внешний вид. Небланшированные грибы после размораживания темнеют под действием оксидирующих ферментов. Кроме того, бланшировка оказывает положительное действие и на вкусовые качества замороженных шампиньонов. Степень бланшировки грибов обусловлена степенью их зрелости и величиной. Мелкие шампиньоны бланшируют паром 1,5—2 мин, более крупные — 3—4 мин.

После бланшировки грибы помещают в 1%-ный раствор лимонной кислоты. В данном растворе, температура которого 4—5° С, проис-

ходит охлаждение грибов и, соответственно, прекращение теплового действия на их нежную клеточную структуру. Кроме того, этот процесс ускоряет последующее замораживание. Непосредственно перед замораживанием оттеживают воду, в которой происходило охлаждение. Если перед замораживанием не оттедить воду, то кристаллы воды, расширяясь, разрывают грибные клетки, нарушая целостность плодового тела. Охлажденные и оттеженные грибы замораживают двумя способами: в насыпном состоянии и в банках.

Замораживание шампиньонов в насыпном состоянии заключается в том, что каждое плодовое тело замораживается самостоятельно. Грибы, замороженные таким способом, сохраняют чистый натуральный вид. Замораживание производится в ящиках либо на решетках в быстро замораживающих аппаратах, где грибы располагают в один слой без соприкосновения между собой. Температура процесса замораживания —  $30^{\circ}\text{C}$ , время — не более 3 ч.

Замораживание грибов в малых упаковках (0,5—1 кг) производится в специальных парафинированных картонных коробках. Грибы укладывают в целлофановые мешочки и затем помещают в коробки. Во избежание окислительного действия воздуха целлофановый пакет после наполнения и дозировки заклеивают. Коробки закрывают крышками, и грибы поступают на замораживание. Время и температура процесса замораживания те же, что и в предыдущем способе.

Скорость замораживания грибов существенным образом влияет на качество готового продукта. Установлено, что при увеличении продолжительности замораживания вкусовые качества шампиньонов не меняются. При медленном замораживании вода из клеток переходит в межклеточное пространство, вследствие чего раствор, содержащийся в клетке, становится более концентрированным, а это понижает температуру замерзания. В результате продолжительного понижения температуры происходит значительный рост ледяных кристаллов, повреждающих клеточные оболочки. При быстром замораживании шампиньонов вода из клетки не успевает перейти в межклеточное пространство. В клетках образуются мелкие ледяные кристаллы, не вызывающие повреждений клеточной оболочки. В этом случае клетка сохраняет здоровый вид, что обеспечивает после размораживания естественный и свежий вид шампиньонов. Ввиду указанных преимуществ замораживание шампиньонов производится в быстром режиме.

Упаковку шампиньонов, замороженных в насыпном состоянии, производят в полиэтиленовые мешки, помещаемые в твердые картонные коробки при температуре не выше  $0^{\circ}\text{C}$ . Замороженные и упакованные шампиньоны хранят в холодильных камерах при температуре  $-18^{\circ}\text{C}$  и влажности воздуха 95%. Изменение этих режимов ведет к ухудшению вкусовых, питательных и ароматических качеств грибов. В одной холодильной камере с грибами нельзя хранить другие виды замороженных продуктов. В особенности это касается овощей, содержащих эфирные масла.



Употребление шампиньонов, законсервированных методом замораживания, связано с правильно организованным процессом размораживания, при котором грибы должны максимально приблизиться к первоначальному состоянию. Размораживание должно проходить непосредственно перед употреблением при температуре 20° С в течение 2—3 ч. Это необходимо для того, чтобы ледяные кристаллы в клетках грибов растаяли и вода отошла от продукта. После размораживания грибы представляют собой благоприятную среду для развития микроорганизмов, поэтому употреблять их нужно немедленно.

### **Сублимационная сушка**

Метод сублимационного обезвоживания в вакууме скоропортящихся пищевых продуктов относится к одному из наиболее прогрессивных современных методов консервирования. После кофе шампиньоны оказались первым продуктом, законсервированным таким способом, причем были получены весьма удовлетворительные результаты, открывающие новые возможности для консервирования продуктов питания (Carpentier, 1971).

Структурно указанный метод сублимационного обезвоживания состоит из двух широко практикуемых методов консервирования: а) замораживания, б) сушки в вакууме (Гинзбург, 1973). В ходе замораживания сведены к минимуму всевозможные нежелательные изменения свойств продукта. Преимущество же второго метода — сушки в вакууме — заключается в том, что структура, состав и, что наиболее важно, питательные свойства пищевых продуктов почти не подвергаются изменению сравнительно с иными методами. Возможность продолжительного хранения продуктов, подвергнутых сублимационной сушке, в условиях нерегулируемой температуры обеспечивает их герметичная упаковка. Кроме того, к достоинствам рассматриваемого метода консервирования скоропортящихся пищевых продуктов необходимо отнести минимальные расходы при их транспортировке, так как в результате сублимационной сушки масса продуктов уменьшается в 5—10 раз сравнительно с исходной.

В ряде зарубежных стран промышленное производство консервированных пищевых продуктов является бурно развивающейся отраслью пищевой промышленности. Открывая широкие экономические перспективы, метод сублимации применяется в настоящее время на основе высокоразвитой технологии. Об этом свидетельствует, в частности, объем производства продуктов сублимационной сушки. Очевидные преимущества метода сублимационной сушки скоропортящихся пищевых продуктов и реально ожидаемый экономический эффект стимулируют создание в нашей стране высокоразвитой отечественной промышленности по консервированию пищевых продуктов методом сублимации.

Известно, что при замораживании в основном сохраняются ис-

ходные свойства продукта и после размораживания они по многим характеристикам приближаются к свежим. Сублимированные продукты также сохраняют после восстановления основные качества свежих продуктов, однако сравнительно с замороженными они имеют гораздо более высокие качественные характеристики. Кроме того, далеко не последнюю роль в оценке сравниваемых методов играют и экономические характеристики основанных на них технологических процессов. Так, при указанных качественных преимуществах метода сублимации затраты на производство, хранение и транспортировку сублимированных продуктов равны соответствующим затратам относительно замороженных продуктов и лишь в отдельных случаях превышают последние на 5—10%.

Удаление воды из продукта при сушке происходит, как известно, посредством перевода ее в парообразное состояние. Данный процесс может быть осуществлен по двум схемам: а) жидкость — пар; б) жидкость — твердая фаза (лед) — пар. Обычная тепловая сушка осуществляется по первой схеме, сублимационная — по второй (Гинзбург, 1960). Для сублимационной сушки характерно использование более совершенной техники, современных технологических процессов, высокой автоматизации производства, глубокого вакуума, быстрого размораживания, инфракрасных источников. При этом сублимационная сушка как новый, более высокий современный уровень решения проблемы консервации скоропортящихся продуктов обеспечивает:

- высокие качественные характеристики продуктов, их биологическую полноценность (в частности, сохранение цвета, объема, формы, вкуса, аромата, витаминного и ферментного содержания и др.);

- гигроскопичность обезвоженных продуктов, что обеспечивает их быструю и наиболее полную восстанавливаемость;

- малую массу ( $\frac{1}{5}$  —  $\frac{1}{10}$  начальной массы);

- возможность длительного хранения как различных продуктов, так и готовых сублимированных блюд в специальной упаковке в любых климатических зонах без применения холода (Сублимационная сушка..., 1975).

Одним из наиболее скоропортящихся продуктов, с хранением которого для последующей обработки и приготовления готовых блюд либо полуфабрикатов через более или менее продолжительный промежуток времени возникают трудности, являются грибы. Указанные трудности хранения легко преодолимы в настоящее время посредством внедрения отечественной технологии сублимационной сушки грибов. Сублимационная сушка грибов происходит в три фазы (Гинзбург, 1960): а) самозамораживание, б) сублимация, в) удаление остаточной незамороженной влаги. Естественно, что качество сублимированных продуктов во многом зависит от продолжительности периода хранения продукта до начала сушки. Поэтому на сублимационную сушку должны поступать свежесобранные грибы. При

температуре 3—4° С срок хранения грибов равен от 24 до 48 ч. Немаловажно также, чтобы поступающие партии грибов были однородны по сортности и размеру.

Процесс подготовки грибов к сублимации состоит из следующих этапов. Прежде всего грибы моют вручную в двух-трех водах, а затем подают на обрезку ножек, которая также производится вручную, после чего грибы бланшируют. Продолжительность бланшировки грибов зависит от их размера: мелких — 3 мин, средних — 5, крупных — 8 мин. После бланшировки грибы охлаждают, а затем они поступают на сушку. Как уже указывалось, первой фазой сублимационного процесса является самозамораживание, которое следует за сушкой.

Самозамораживание происходит в сублимационном аппарате, представляющем собой вакуумную камеру. При этом в сублимационном аппарате непрерывно понижается давление. В ходе замораживания в вакууме происходит интенсивное испарение влаги и грибы охлаждаются до температуры кристаллизации воды. Во время самозамораживания из продукта удаляется от 10 до 15% влаги. Структура плодового тела гриба при сублимационной сушке не изменяется, поскольку охлаждение происходит быстро и равномерно, что исключает образование крупных кристаллов льда. Энергетические затраты на процесс самозамораживания минимальны, так как в материале при кристаллизации жидкости происходит выделение теплоты плавления льда. Это тепло впоследствии используется для сублимации, что уменьшает его расход. Наиболее оптимальной для самозамораживания шампиньонов является температура —25° С.

Фаза сублимации происходит в обратном температурном режиме: температура продукта изменяется от максимальной низкой, достигнутой в первой фазе, до 1° С. В данной фазе из продуктов удаляется более 50% влаги. В сублимационной фазе основополагающим фактором является массообмен, который в свою очередь определяет и теплообмен. Интенсивность подачи тепла дифференцируется соответственно с двумя факторами: температурой окружающей среды в сублиматоре и температурой продукта в центре и на поверхности (Сублимационная сушка..., 1975).

Для всякого определенного объекта, подвергающегося сублимационной сушке, существует максимально допустимая температура нагрева. Определение такой температуры производится с учетом физико-химических, биохимических и структурно-механических свойств продукта. Интенсивность же сублимации льда в ходе сушки продукта определяется в зависимости от двух температурных показателей: а) температуры продукта и конденсатора, б) температуры общего давления паро-воздушной смеси в сублиматоре. В сублимационной фазе устанавливается максимально допустимая температура поверхности продукта, при которой не отмечены тепловые повреждения шампиньонов (за пределами допустимой температуры происходят значительные потери питательных веществ, аромата и ухудшаются качественные показатели).

В дальнейшем при испарении оставшейся влаги скорость сушки уменьшается. Температура же материала непрерывно повышается. В сущности этот этап представляет собой обычную сушку в среднем вакууме. Окончание сушки шампиньонов происходит при достижении 2% влажности.

Как отмечалось выше, продукты, обработанные методом сублимации, легко оводняются. Это качество сублимационных продуктов обеспечивается образованием пористого каркаса с ячейками. Размеры последних соответствуют величине кристаллов испарившегося льда либо несколько превышают их. В ходе сублимационного процесса определяющее значение на качество конечного продукта оказывает период замораживания. При этом оптимальным результатом замораживания будет создание мелкокристаллической равномерно распределенной структуры льда со сквозными порами.

Ввиду своей высокой гигроскопичности сублимированные шампиньоны нуждаются в герметической упаковке для последующего хранения. Однако хранение грибов в герметической упаковке уменьшает содержание в них витамина С. Сублимированные шампиньоны при доступе кислорода можно хранить в течение 6 месяцев. В случае замены воздуха инертным газом срок хранения увеличивается в 2 раза. Кроме того, установлено, что во всех продуктах качественные показатели интенсивно ухудшаются в первые 6 месяцев хранения сравнительно с последующими 6 месяцами. Происходит это вследствие того, что в таре содержится кислород воздуха, который вступает в длительные реакции с грибами. В этой связи шампиньоны хранят в атмосфере азота. Опытным путем было установлено, что в случае хранения сублимированных шампиньонов в атмосфере азота на протяжении года уменьшение содержания в них витамина С не превышало 7%.

Все изложенные выше преимущества метода сублимационной сушки проявляются при внедрении указанного метода на крупных предприятиях, где суточная переработка грибов составляет 5—10 т. Немаловажное значение имеет и узкая специализация предприятий. Большим спросом пользуются шампиньоны сублимационной сушки. Так, французская фирма «Бланшо» перерабатывает в сутки до 20 т шампиньонов, большая часть которых в сублимированном виде экспортируется в другие страны, причем экспорт шампиньонов в сыром виде прекращен.

В заключение следует отметить пока еще слабое промышленное внедрение и распространение метода сублимационной сушки шампиньонов. Однако в будущем, по нашему мнению, рассмотренный метод позволит существенно расширить гамму методов консервирования грибов.

### **Соление**

Соление — широко распространенный метод консервирования грибов, основанный на консервирующем действии поваренной соли. Этот метод имеет свои отличительные особенности и преимущества,

открывающие перспективы его развития. Соление можно производить холодным и горячим способом. Процесс подготовки к консервации аналогичен описанному выше. Шампиньоны обычно солят горячим способом.

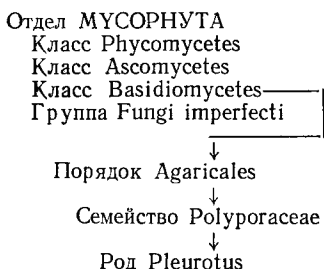
Особенности технологического процесса соления заключаются в следующем. После чистки и промывки обильным количеством воды грибы подают на бланшировку, которая производится в 4—5%-ном водном растворе поваренной соли. На 100 кг грибов используется 10—12 л воды. Для осветления шампиньонов в раствор добавляют 30 г лимонной кислоты. Во время варки вследствие коагуляции белков на поверхности образуется пена, которую необходимо сразу же снимать. В результате теплового действия живые клетки грибов выделяют содержащуюся в них воду, относительная масса грибов уменьшается и они падают на дно. Это и является практическим показателем их готовности. Грибы извлекают из горячего раствора и охлаждают. После охлаждения шампиньоны помещают в бочки, куда добавляют специи в количестве 15—18% к общей массе грибов. Температура хранения от 0 до 5° С.

### **Изготовление грибного порошка**

Грибы нарезают тонкими ломтиками и высушивают до твердости. Затем их измельчают в кофемолке или в мельнице для перца. Если полученный грибной порошок недостаточно мелкий, его просеивают и снова промалывают. Грибной порошок хранят в закрытых банках или полиэтиленовых мешках в сухом помещении.

Перед употреблением грибной порошок смешивают с небольшим количеством теплой воды, в которой он набухает в течение 15—25 мин, затем добавляют в пищу и варят 10—17 минут. Грибной порошок является хорошей приправой к супам, соусам, тушеным мясным и овощным блюдам.

## ВЕШЕНКА ОБЫКНОВЕННАЯ

СИСТЕМАТИКА, МОРФОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ, БИОЛОГИЯ,  
КУЛЬТУРАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИМесто рода *Pleurotus* в системе грибов

В «Systema mycologicum» Э. Фриз (Fries, 1821) приводит 3 близких вида вешенок: *Agaricus ostreatus*, *A. salignus* и *A. pulmonarius* с некоторыми их формами. В последующих его работах (Fries, 1836—1838, 1874) упоминаются те же 3 вида, но описания дополнены новыми признаками и отмечена широкая изменчивость цвета и формы их карпофоров. В 1874 г. Э. Фриз выделил еще четвертый вид — *A. cornucopioides*, относящийся к этой группе. П. Куммер (Kummer, 1871) перевел *A. ostreatus* и *A. salignus* в род *Pleurotus*. А. Пилат (Pilat, 1935, 1951) упомянутые 4 вида объединил в один — *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm. с 8 формами. Однако формы, предложенные А. Пилатом, не были признаны микологами, поскольку признаки их в природе предельно полиморфны, вариабельны и очень изменяются в зависимости от субстрата и внешних условий. Р. Зингер (Singer, 1951, 1962, 1975) эти виды рассматривает как 1 вид — *Pleurotus ostreatus*. Однако Р. В. Г. Деннис, П. Д. Ортон и Ф. Б. Хора (Dennis, Orton, Hora, 1960) снова разъединяют его на 3 вида: *P. ostreatus* (Fr.) Kumm., *P. pulmonarius* (Fr.) Quél. и *P. cornucopiae* (Pers.) Rolland., а *P. salignus* (Fr.) Kumm. переводят в синоним *P. ostreatus*. Наконец, М. Мозер (Moser, 1967) эти виды представил как *P. ostreatus* с 2 разновидностями (var. *salignus* и var. *pulmonarius*) и *P. cornucopiae*.

В отечественной литературе тоже по-разному понимаются виды вешенок из родства *P. ostreatus*. Б. П. Васильков (1948) светлоокрашенные вешенки считал 2 разновидностями *P. ostreatus*—var. *pulmonarius* и var. *cornucopiae*, а темноокрашенные — 1 видом — *P. salignus*. Г. И. Сержанина (1967) привела описание 2 видов: *P. ostreatus* и *P. salignus*. Л. Н. Васильева (1971), судя по описанию, объе-

динила грибы с признаками *P. salignus* и *P. pulmonarius* в 1 вид — *P. ostreatus*. М. Я. Зерова (1963, 1970), М. Я. Зерова и С. П. Вассер (1972) названия *P. pulmonarius*, *P. salignus* и *P. cornucopiae* приводят в качестве синонимов *P. ostreatus*. Л. В. Михайловский (1974) в тщательном анализе видов вешенок из родства *P. ostreatus* признает как «хорошие» виды *P. ostreatus*, *P. pulmonarius*, *P. cornucopiae*, *P. citrinopileatus*, а *P. salignus* рассматривает как синоним *P. ostreatus*. Эту точку зрения поддерживают И. А. Дудка и другие (Вешенка., 1976). Такое положение в понимании видов вешенок из родства *P. ostreatus*, произрастающих в СССР, побуждает нас привести ключ для их определения, поскольку при культивировании вешенки обыкновенной необходимо знать пределы варьирования вида в естественных условиях.

# **Ключ для определения видов рода *Pleurotus* из родства *P. ostreatus*, произрастающих в СССР<sup>1</sup>**

1. Шляпка выпуклая, раковино-, ухо-, языковидная, темно- или светлоокрашенная. Ножка боковая или эксцентрическая, короткая, иногда отсутствует . . . 2
- 1а. Шляпка воронковидно вдавленная, светлоокрашенная. Ножка центральная или эксцентрическая, короткая . . . . . 3
- 2 Шляпка 5—15 (30) см в диаметре, гладкая, голая, темно-окрашенная, серая, серо-бурая, черновато-бурая, часто с более или менее сизоватым оттенком, иногда при длительном произрастании во влажных условиях с беловатым мицелиальным налетом. Пластинки белые или беловатые, более или менее низбегающие, часто до основания ножки, внизу нередко с анастомозами. Мякоть белая, у молодых карпофоров сочная, с возрастом волокнистая, с запахом отсыревшей муки. Споры (7) 8—11 (14) × (3) 3,5—4,5 (5) мкм, цилиндрические, удлинленно-яйцевидные. Гриб образует сростки до 30 и более карпофоров. Чаше всего на буке, тополе, осине, реже на других лиственных и хвойных растениях . . . . . ***P. ostreatus* (Fr.) Kuntz.**
- 2а. Шляпка 3—10 см в диаметре, светлоокрашенная, бледно-охристая, желтоватая или почти белая. Пластинки серовато-белые, более или менее низбегающие, без анастомозов или же они встречаются крайне редко. Мякоть с приятным запахом. Споры (7) 8—11 (12) × 3,3—4,5 мкм, цилиндрические, удлинленно-яйцевидные. Чаше всего на березе, реже на других лиственных и хвойных растениях . . . . . ***P. pulmonarius* (Fr.) Qué.**
3. Шляпка 4—10 (12) см в диаметре, охристо-сероватая, выцветающая до белой. Пластинки беловатые, с возрастом грязно-желтоватые, тесно расположенные, низбегающие, образуют у основания сеточку, изредка она отсутствует. Мякоть беловато-сероватая, с запахом отсыревшей муки. Споры 8—11 × 3,5—5 мкм, цилиндрические, слегка овальные, удлинленно-яйцевидные. На ильмовых, дубе, фисташке и других лиственных растениях . . . . . ***P. cornucopiae* (Pers.) Rolland.**
- 3а. Шляпка 4—6 (10) см, кремовато-желтая, лимонно-желтая или желтая, позднее выцветает. Пластинки частые, узкие, розоватые, низбегающие с анастомозами. Споры 7—8 × 3—3,5 мкм, цилиндрические. Мякоть беловато-желтоватая, без особого запаха. Как правило, на ильмовых, реже на других лиственных растениях. В СССР известен лишь с юга Дальнего Востока . . . . . ***P. citrinopileatus* (Sing.) Sing.**

<sup>1</sup> Ключ составлен главным образом на основании работы Л. В. Михайловского (1974).

**Вешенка обыкновенная — *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm.**  
 (син.: *P. salignus* (Fr.) Kumm., *P. ostreatus* var. *salignus* (Fr.) Konr.  
 et Maubl., *P. revolutus* (Kickx.) Gill., *P. columbinus* Quél. ap. Bres.,  
*P. ostreatus* var. *columbinus* (Quél.) Quél.) (рис. 37).

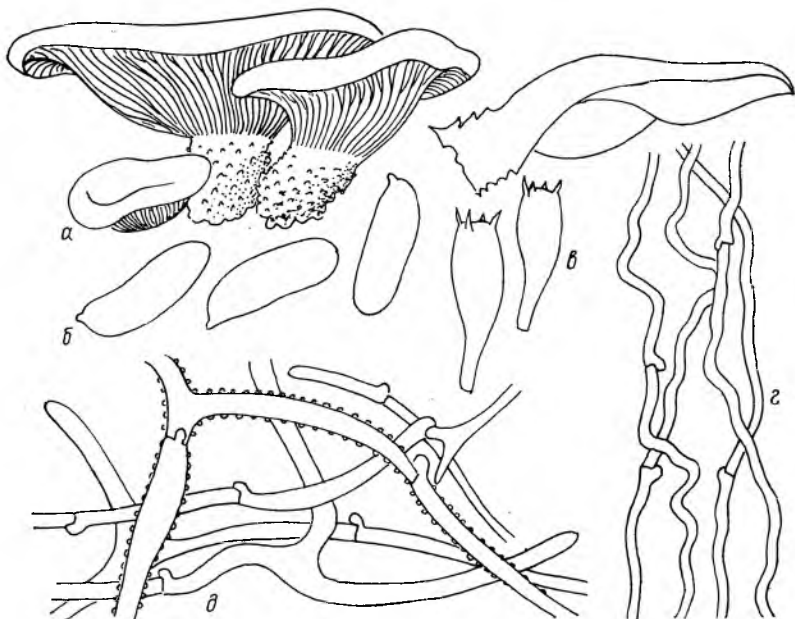


Рис. 37. Вешенка обыкновенная — *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm.:

а — плодовые тела; б — споры; в — базидии; г — гифы trama; д — элементы кутикулы шляпки (по Ногак, 1968).

Плодовые тела образуют обычно более или менее компактные сростки карпофоров, в которых последние располагаются черепицеобразно друг над другом или рядом без какой-либо уловимой закономерности, в количестве от нескольких до 30 экземпляров, изредка единичными экземплярами. На характер сростков значительно влияет физическое состояние субстрата (структура, плотность и влажность древесины). Если древесина очень разложившаяся, рыхлая, хорошо насыщенная водой, грибы образуют плотное клубневидное основание, от которого пучком отходят сравнительно длинные, расширяющиеся кверху ножки. При этом основная масса карпофора (до  $\frac{3}{4}$  его объема) сосредоточивается в ножке. Когда грибы произрастают на плотной, слабо разложившейся древесине, используя для роста случайные щели и надтреснутости, они образуют единичные плодовые тела или чаще всего большие сростки с черепицеобразным расположением шляпок. Основная масса карпофора теперь сосредоточивается не в ножке, а в шляпке.



**Ш л я п к а** 5—30 см в диаметре, более или менее выпуклая, неправильноокруглая, языко-, ухо-, раковиновидная, гладкая, голая, волокнистая, иногда с беловатым мицелиальным налетом, в начале развития темноокрашенная, позже серая, серо-бурая, серо-коричневатая, часто с сизоватым оттенком, в центре выцветающая.

**П л а с т и н к и** белые или беловатые, ровные, более или менее тесно расположенные, в большей или меньшей степени низбегающие на ножку. У многих экземпляров, особенно выросших в условиях хорошей обеспеченности водой, в основании пластинок часто наблюдаются анастомозы (Михайловский, 1974).

**Н о ж к а** 2—8 × 2—3 см, эксцентрическая, белая, плотная, в основании часто волосистая. Наряду с грибами, имеющими хорошо развитую сравнительно длинную ножку, часто встречаются экземпляры с боковой еле заметной ножкой, а иногда она вовсе отсутствует. Вероятно, это свидетельствует о пластичной адаптации данного гриба к конкретным условиям произрастания (Михайловский, 1974). Волосистость основания ножки, как и отсутствие ее, не удается объяснить экологическими факторами.

**М я к о т ь** белая, при автооксидации не изменяется, сочная, мягкая, с возрастом становится немного жестковатой и волокнистой, а в ножке даже пробковидной, с запахом отсыревшей муки.

**С п о р о в ы й** порошок белый с лиловым оттенком.

**С п о р ы** (7) 8—11 (14) × (3) 3,5—4,5 (5) мкм, цилиндрические, удлинненно-яйцевидные, гладкие.

**Экология.** На территории СССР *P. ostreatus* плодоносит с июня по декабрь. В юго-восточных районах Средней Азии при благоприятных для роста грибов метеорологических условиях зимы наблюдается развитие карпофоров еще и в апреле — мае, до наступления жаркого летнего периода. Массовое (не общее) появление карпофоров относится к октябрю с отклонением на месяц в ту или другую сторону. Плодоношение происходит даже тогда, когда становится прохладно и возможны кратковременные заморозки.

Субстрат — древесные растения. Вешенка обыкновенная произрастает на пнях, валеже, ослабленных и мертвых стоячих деревьях, сухобочинах, бревнах, колодах и прочих древесных субстратах; предпочитает лиственные растения, однако произрастает и на хвойных.

В естественных условиях вешенка обыкновенная поселяется на ослабленной или мертвой древесине в основном как сапрофит. Оптимальная температура для роста мицелия 26—27° С. При температуре выше 30° С рост гриба прекращается, при температуре ниже оптимальной рост идет медленно, а при 5° С — прекращается. Для разных фаз жизненного цикла вешенки обыкновенной необходима различная оптимальная температура: для роста мицелия 26—27° С, для формирования и роста плодовых тел 14—15° С. В противоположность большинству высших базидиомицетов вешенка обыкновенная хорошо переносит заморозки: плодовые тела с наступлением заморозков прекращают рост, твердеют, однако после оттепели

их рост может продолжаться. Вешенка обыкновенная относится к светолюбивым видам. Гриб, особенно во время плодоношения, нуждается в большом количестве воздуха. Оптимальное значение рН субстрата для развития вешенки обыкновенной составляет 5,2—7,0, а для роста — 5,2—5,8.

**Географическое распространение.** Космополит. Встречается на всех континентах земного шара, кроме Антарктиды (Zdražil 1974a; Вешенка..., 1976). В СССР, по данным Л. В. Михайловского (1975),



Рис. 38. Распространение вешенки обыкновенной в СССР (по Михайловскому, 1974; с добавлениями авторов).

И. А. Дудки и других (Вешенка..., 1976), вешенка обыкновенная известна из Арктики, европейской части, Кавказа, Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока, Средней Азии (рис. 38).

**Жизнеспособность.** Вопрос о жизнеспособности высших базидиальных грибов и среди них агарикальных, как оказывается, до настоящего времени не разрешен и, несомненно, нуждается в дальнейшей разработке, глубоком анализе и освещении. Сведения о жизнеспособности вешенки обыкновенной приводят М. Я. Зерова, И. А. Дудка, Г. Л. Рожено (1968). Исследованию подвергся *P. ostreatus*, обнаруженный 10. X 1956 г. на стволе *Populus alba*, произрастающего в усадьбе Института ботаники им. Н. Г. Холодного АН УССР в г. Киеве. Собранные плодовые тела *P. ostreatus* были высушены при комнатной температуре, а затем хранились в закрытой коробке, пересыпанной нафталином. Через восемь лет (27. X 1964) различные части плодового тела — основание ножки, ножка в месте перехода в шляпку, ткани шляпки, пластинки, споры — были посеяны в чашки Петри на среде пивное сусло (8%) — агар (2%).

Кремовато-белые, ватно-пушистые с легким запахом гнилой древесины колонии гриба развились в результате высева многих из вышеуказанных частей плодового тела. Наиболее быстрый и интенсивный рост мицелия наблюдался в чашках Петри, в которых были высеяны части основания ножки. Интерес представляет следующий факт: во-первых, при высеve периферических участков тканей ножки колония развивалась быстро; при высеve внутренних участков, взятых из центральной части ножки, рост был очень слабый или совсем отсутствовал; во-вторых, значительно быстрее и интенсивнее «прорастали» высеянные части старых плодовых тел по сравнению с частями молодых; последние во многих случаях роста не давали.

Повторно плодовые тела *P. ostreatus*, собранные в 1956 г., были высеяны в 1965 и 1966 гг., при этом так же, как и в 1964 г., в результате высева их частей развивались колонии гриба. Следовательно, находясь в течение девяти с половиной лет в воздушно-сухих условиях под влиянием нафталина, он не потерял при этом своей жизнеспособности.

**Культуральные особенности** штаммов видов, принадлежащих к роду *Pleurotus*, до последнего времени специально не исследовались, хотя они приведены в некоторых работах, главным образом посвященных биологии и физиолого-биохимическим особенностям *P. ostreatus* (Зерова, Дудка, Роженко, 1966; Lowag, 1952; Koch, 1958; Eger, 1965; Volz, 1966; Бухало, 1971, 1973 а; Бухало та ін., 1972, 1974, 1975; Cailleux, Diop, Macaya-Lizano, 1973, 1974 ).<sup>1</sup>

Как следует из упомянутых работ, виды рода *Pleurotus* выращивались на разных по составу питательных средах, причем предварительно не было установлено, являются ли эти среды элективными для них. Все это усложняет сравнение культуральных признаков различных штаммов одного и того же вида, и в частности такого важного для промышленного выращивания, как линейный рост. Кроме того, не решенным оставался вопрос о питательной среде, обеспечивающей быстрый рост исходных мицелиальных культур, которые потом используются для селекции высокопродуктивных штаммов и как инокуляционный материал для выращивания посадочного зернового мицелия.

Культуральные особенности трех штаммов *P. ostreatus* на различных питательных средах приведены И. А. Дудкой и другими (1976б). Экспериментальное исследование трех штаммов *P. ostreatus*, проведенное нами, показало, что культуральные признаки одного и того же штамма изменяются в зависимости от условий питания (от состава питательной среды) и что вариабельность культуральных признаков, наблюдаемая у различных штаммов одного и того же вида, выращенных на одной и той же среде, меньше, чем вариабельность этих

---

<sup>1</sup> Тематическая библиография по различным аспектам изучения и производственного выращивания вешенки обыкновенной, состоящая из 350 работ, представлена в монографии И. А. Дудки и других (Вешенка..., 1976).

признаков у одного и того же штамма, выращенного на разных средах.

В течение ряда лет проводились и обобщались различные наблюдения, опыты по «одомашниванию» вешенки обыкновенной. К началу 70-х годов «одомашнивание» вешенки обыкновенной достигло технического уровня, достаточного для промышленного культивирования этого вида. Для рационального производства вешенки обыкновенной необходимо решить такие вопросы: получение и хранение мицелия; выбор и подготовка веществ, представляющих собой питательный субстрат, подходящий для роста мицелия; выбор климатических условий, благоприятных для развития мицелия, для начала плодообразования и затем для появления плодовых тел; обеспечение максимальной профилактики по защите от болезней и вредителей; разработка технологии, позволяющей обеспечить рентабельность производства.

### **ВЫРАЩИВАНИЕ ЭКСТЕНСИВНЫМ СПОСОБОМ**

Вешенка обыкновенная может произрастать на стволах многих лиственных деревьев, однако наилучшими субстратными растениями для нее являются различные виды тополя и ивы, граб, бук и дуб. На лиственных деревьях с мягкой древесиной (виды тополя, ивы, граб) мицелий вешенки развивается быстро, но урожайность его ниже, чем на деревьях с более твердой древесиной (бук, дуб), на которых он развивается медленнее. Древесина, используемая для выращивания вешенки обыкновенной, должна быть здоровой, не пораженной другими грибами.

Для культивирования вешенки обыкновенной лучше всего использовать свежесрубленную древесину, содержащую достаточное количество воды, необходимой для развития гриба. Распиливать ствол на отрубки надо лишь перед инокуляцией мицелием. Не следует использовать стволы диаметром меньше 15 см, поскольку урожайность грибов на таких стволах будет низкой. Перед инокуляцией надо распилить стволы на отрубки одинаковой длины (30—35 см), следя за тем, чтобы они не загрязнялись почвой.

После распиливания производят инокуляцию. Отрубки устанавливают в подвалах вертикально друг на друга, инокулируя один конец мицелием. На этот конец ставят неинокулированный конец следующего отрубка, а противоположный конец снова инокулируют. Высоту столба доводят до 2—2,5 м. Слой мицелия на отрубках должен быть не менее 1 см толщиной. На верхний отрубок сверху помещают доску 5—6 см толщиной. На нее наносят слой соломы и слой 15—20 см почвы, что способствует сохранению влажности, постоянной температуры и хорошему росту мицелия. Через эту «покрышку» отрубки получают достаточное количество воздуха. При сухой погоде подвал надо увлажнять так, чтобы вода не попадала на отрубки. В подвалах для выращивания вешенки обыкновенной грунтовые воды не должны подходить близко к поверхности, а относительную

влажность воздуха следует поддерживать выше 90%. Через 2—3 месяца мицелий вешенки хорошо развивается по всему отрубку. Отрубки инокулировать мицелием необходимо весной, когда в подвалах поддерживается (без специального подогрева) температура, оптимальная для развития мицелия.

В естественных условиях вешенка обыкновенная плодоносит в конце сентября — октябре. Поэтому отрубки, пронизанные мице-

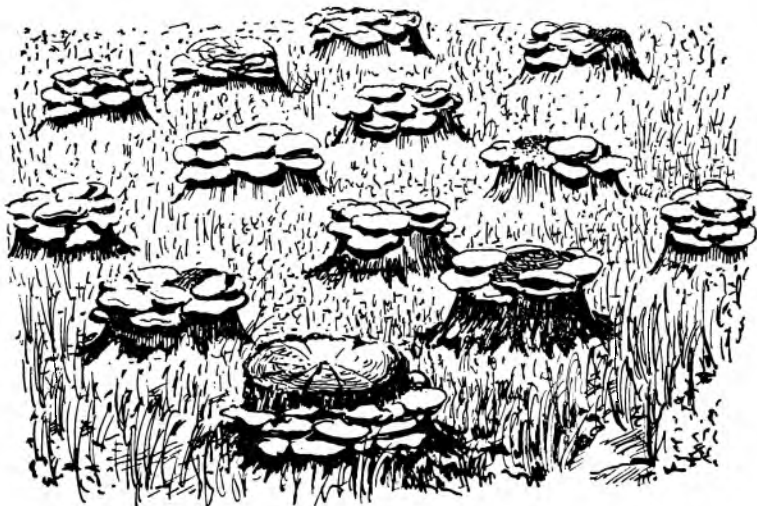


Рис. 39. Плодовые тела вешенки обыкновенной, выращиваемые экстенсивным способом на отрубках лиственных деревьев.

лием, в конце августа следует перенести для плодоношения на специальные лесные поляны или в редкостойный лес, где достаточно влаги (но не грунтовой) и нет прямых солнечных лучей. Очень важно наличие чистой воды, которую можно использовать для полива. Отрубки устанавливают таким образом, чтобы нижняя часть их на несколько сантиметров находилась в почве (Balazs e. a., 1973; Вешенка..., 1976).

Плодовые тела появляются через 1—3 недели после перенесения отрубков из подвала (рис. 39). Появлению плодовых тел способствуют низкие ночные температуры (4—8° С). До и во время плодоношения очень важен полив. Произрастающие в лесу трава и сорняки не вредны, наоборот, они предохраняют плодовые тела вешенки от попадания грязи во время дождя и полива. Отрубки нельзя передвигать, поскольку мицелий с них проникает в почву, получая из нее воду и неорганические питательные вещества. Появляющиеся на отрубках плодовые тела имеют темно-серые шляпки, светлеющие по мере роста и развития гриба (Falck, 1917; Balazs e. a., 1973; Вешенка..., 1976).

Важно определить время сбора урожая. Если плодовые тела собирать преждевременно, то количество урожая не достигнет макси-

му, а если запоздать со сбором урожая, то качество грибов будет низким. Однако определить время сбора урожая лишь по размеру плодовых тел нельзя, поскольку размер плодовых тел зависит от диаметра отрубков. Чем меньше диаметр отрубка, тем меньше размер плодовых тел вешенки обыкновенной. Однако, как показали исследования (Balazs e. a., 1973; Вешенка., 1976), через 7—10



Рис. 40. Плодовые тела вешенки обыкновенной, выращенные на пне лиственного дерева.

дней после того, как на отрубках появятся примордии (зачатки плодовых тел), можно собирать урожай. Этот период может увеличиться на несколько дней лишь при холодной погоде. Плодовые тела вешенки обыкновенной обычно появляются дружно (рис. 40), поэтому на одном отрубке их собирают одновременно. Срезают грибы острым ножом из нержавеющей стали. Грязные плодовые тела надо сразу чистить, чтобы они не загрязняли соседние.

Наибольший урожай вешенки обыкновенной наблюдается на первом году плодоношения. Плодоношение длится 3—5 лет. В последующие годы отрубки особого ухода не требуют. Весь участок необходимо содержать в чистоте, а осенью, особенно перед плодоношением, его следует поливать. Урожай зависит от качества древесины и мицелия, погоды, полива, санитарного состояния леса и т. д. В течение 3 лет с 1 ц древесины собирают в среднем 12—15 кг грибов. Если используются отрубки твердых пород, то плодоношение длится 4—5 лет и урожай с 1 ц древесины увеличивается до 19—20 кг.

Таким образом, экстенсивный способ выращивания вешенки обыкновенной прост, дешев, удобен для хозяйств, в которых имеется большое количество древесины различных широколиственных деревьев, однако качество и количество урожая в значительной степени

зависят от факторов внешней среды, так как данный процесс не управляем и регулировать его невозможно. Указанные недостатки устраняются при интенсивных способах выращивания.

## **ВЫРАЩИВАНИЕ ИНТЕНСИВНЫМИ СПОСОБАМИ**

Интенсивные способы выращивания вешенки обыкновенной отличаются от экстенсивного в основном субстратом (отходы сельскохозяйственных растений) и временем развития (весь процесс длится до 9 недель, а не 3—5 лет.). Преимущества интенсивного выращивания заключаются в том, что весь процесс управляем, выращивание проводят в культивационных помещениях с регулируемым микроклиматом, где легче бороться с болезнями и вредителями. Основное преимущество этого способа состоит в том, что выращивание становится независимым от времени года, т. е. его можно вести круглый год. Однако интенсивные способы выращивания более дорогостоящие. Известно несколько способов интенсивного выращивания вешенки обыкновенной. Наиболее распространены два — стерильный и нестерильный.

Установлено, что мицелий вешенки обыкновенной может развиваться на различных материалах растительного происхождения: соломе, кукурузных стеблях и стержнях початков, на других отходах сельского хозяйства, а также на камыше. Однако в естественных условиях вешенка обыкновенная на этих материалах не развивается, потому что ее мицелий не выдерживает конкуренции с плесневыми грибами. В искусственных условиях развитие этих конкурентов можно затормозить и даже полностью приостановить.

**С т е р и л ь н ы й   с п о с о б**, запатентованный в 1966 г., практически был первым промышленным способом выращивания вешенки обыкновенной (Тот, 1975). Он состоит в том, что увлажненную питательную среду нагревают в закрытом сосуде до температуры 120° С и стерилизуют. Затем в среду вводят мицелий и сосуд закрывают. Скоро вся питательная среда пронизывается гифами мицелия. Надежность этого способа обеспечивается автоклавированием субстрата, в результате чего все конкурентные микроорганизмы и грибы погибают, а мицелий вешенки обыкновенной свободно развивается. Этот способ дает хорошие результаты, но дорогостоящий.

**П р и   н е с т е р и л ь н о м   с п о с о б е** необходима лишь пастеризация субстрата, все остальные процессы происходят в нестерильных условиях. В питательной среде искусственно размножают полезные микроорганизмы, которые препятствуют развитию организмов, вредных для вешенки обыкновенной. Это позволяет не стерилизовать питательную среду и исключает необходимость помещать мицелий в закрывающийся сосуд, благодаря чему обеспечивается возможность наладить быстрое промышленное, экономически выгодное выращивание вешенки обыкновенной.

Нестерильный способ выращивания вешенки обыкновенной раз-

работан научно-исследовательским центром сельскохозяйственного кооператива «Дуна» и Шопронским лесотехническим институтом ВНР и успешно применяется во многих хозяйствах Венгрии и Италии. Он был проверен нами на полевой экспериментальной базе Института ботаники им. Н. Г. Холодного АН УССР (Киев). Также в ФРГ применяется способ нестерильного промышленного выращивания вешенки обыкновенной, разработанный в исследовательском центре Зенгбуша в Гамбурге.

Нестерильный способ выращивания вешенки обыкновенной состоит в следующем:

Субстрат измельчают, смачивают водой, складывают в ящики и помещают в биокамеру, где он пастеризуется и обогащается полезными микроорганизмами<sup>1</sup>. Затем субстрат упаковывают в мешки из полиэтиленовой пленки или в ящики, покрытые этой пленкой, после чего проводят инокуляцию субстрата мицелием. Мешки или ящики выдерживают при температуре 20° С до тех пор, пока мицелий гриба не будет способен образовывать плодовые тела. После этого мешки или ящики с субстратом, пронизанным мицелием, переносят в специальное выростное помещение.

У вешенки обыкновенной есть одна интересная особенность: ее плодовые тела лучше развиваются на вертикальной плоскости, чем на горизонтальной. Поэтому из ящиков или мешков надо возвести стену, после чего начинается массовый рост грибов.

В выростном помещении должна поддерживаться температура 15—16° С, необходимы свежий воздух, высокая влажность и достаточная освещенность. Урожай можно собирать в две волны через 1—2 недели. Поскольку вешенка обыкновенная питательные вещества использует очень быстро, первый сбор этих грибов составляет 75—80% теоретически предполагаемого урожая. Поэтому после первого урожая питательную среду целесообразно заменить новой. Ниже излагаются основные этапы нестерильного выращивания вешенки обыкновенной.

**Субстрат.** Вешенка обыкновенная является одним из первичных агентов разложения. Она может непосредственно разрушать материалы, содержащие целлюлозу и лигнин без химической или биологической подготовки. Поэтому субстратом для выращивания вешенки обыкновенной могут быть различные материалы растительного происхождения: стебли и стержни початков кукурузы, солома пшеницы и других зерновых культур, камыш, мякина. Желательно использовать здоровый субстрат, не покрытый плесенью. Субстрат измельчают или дробят на кусочки размерами 0,5—2,0 см. Измельчать материал следует за 1—2 дня или в день использования.

На измельченном материале, каким бы он внешне не казался чистым, много микроорганизмов и плесневых грибов. При увлажнении субстрата развитие микроорганизмов и плесеней активизи-

<sup>1</sup> В последнее время нами получены отличные результаты при выращивании вешенки обыкновенной без обогащения субстрата полезными микроорганизмами, однако при этом приходится увеличивать количество мицелия по отношению к массе субстрата.



руется, что в дальнейшем угрожает росту мицелия вешенки обыкновенной. Самым надежным способом борьбы с нежелательной сопутствующей микрофлорой является стерилизация, однако это очень дорогостоящая операция. К тому же, если после стерилизации работать в нестерильных условиях, микроорганизмы и плесени все-таки развиваются. Следовательно, стерилизация не снимает полностью вопрос об уничтожении сопутствующих микроорганизмов и плесневых грибов. Однако было установлено, что в субстрате имеются и другие микроорганизмы, являющиеся антагонистами микроорганизмов и плесеней, вредных для вешенки обыкновенной. Таким образом, задача состоит в том, чтобы создать условия, благоприятные для роста и развития так называемых защитных микроорганизмов. Когда их будет достаточное количество, инокуляцию субстрата и другие операции можно проводить и в нестерильных условиях.

Положительное влияние защитных микроорганизмов состоит в следующем: в способности вырабатывать антибиотическое вещество, ингибирующее развитие плесеней и вредных для развития вешенки обыкновенной микроорганизмов; в быстром усвоении углеводов субстрата (сахарозы, крахмала и др.), что лишает «питания» плесени и вредные для развития вешенки обыкновенной микроорганизмы.

При искусственном введении защитных микроорганизмов в субстрат следует учитывать, что количество углеводов в субстрате зависит от вида растительных остатков, степени их зрелости, места произрастания и места хранения. Защитные микроорганизмы относятся к группе термотолерантных<sup>1</sup> микроорганизмов из родов *Bacillus* и *Urobacillus*.

Оптимальное значение pH среды для развития микроорганизмов 6,0—6,5, но они неплохо развиваются и при pH 5,4—7,0. Приблизительно в этих пределах (5,4—7,0) находятся значения pH всех растительных остатков, используемых для выращивания вешенки обыкновенной. Если субстрат имеет кислую реакцию, то с помощью гашеной извести значение pH доводят до необходимой величины. Защитные микроорганизмы не изменяют pH субстрата.

Защитные микроорганизмы обычно имеются в субстрате, однако для максимального их развития необходимо искусственно инокулировать ими субстрат. Тогда они быстро размножаются и угнетают вредные для развития мицелия вешенки обыкновенной микроорганизмы и плесени.

Для получения термотолерантных микроорганизмов, необходимых для инокуляции, исходную музейную культуру пересевают на косяки агаризованной среды. Полученную суточную культуру высевают на жидкую питательную среду, приготовленную следующим образом: 50 г сухих стержней початков кукурузы варят 30 мин в 1000 мл воды, затем воду сливают и объем снова доводят до 1000 мл. В полученный отвар добавляют 5 г глюкозы (или сахара) и 1 г пептона (или нитрата

<sup>1</sup> Термотолерантные микроорганизмы — терпимые к повышению температуры, т. е. обладающие способностью размножаться без существенных изменений скорости роста при повышении температуры на 3—8° и выше.

аммония). С помощью раствора NaOH значение pH среды доводят до 6,8—7,0. Затем среду разливают по 3 мл в пробирку и автоклавируют при 1 атм 40 мин. Время культивации при температуре 45° С в аэробных условиях составляет 1 сут. О росте микробов свидетельствует помутнение коричневой среды. В таком виде термотолерантные микроорганизмы можно сохранять при комнатной температуре длительный период и в любое время использовать для внесения в субстрат.

**Подготовка субстрата к инокуляции мицелием.** Подготавливать субстрат к инокуляции мицелием необходимо в специальном или приспособленном помещении, сохраняющем тепло и устойчивом к повышению влажности. Сначала субстрат увлажняют, для чего уложенный на полиэтиленовую пленку субстрат заливают водой так, чтобы она могла свободно впитываться. Обычно 1 ц перемолотых стержней початков кукурузы впитывает 100—120 л воды. Чтобы весь субстрат в одинаковой мере пропитался водой, его следует перемешивать. Невпитавшаяся вода стекает. Одновременно с увлажнением субстрата производится инокуляция его защитными микроорганизмами. На 1 ц сухого субстрата в среднем требуется 4—5 л суспензии защитных микроорганизмов. Для равномерного распределения защитных микроорганизмов по субстрату их следует смешать с порцией воды, необходимой для увлажнения 1 ц сухого субстрата, после чего этой смесью его заливают. Если субстрат имеет кислую реакцию (pH ниже 5,4), то в воду надо добавить известь из расчета 0,5—0,7 кг извести на 100—120 л воды.

После того как субстрат впитал воду с суспензией микроорганизмов, его хорошо перемешивают и укладывают в ящики, покрытые полиэтиленовой пленкой с перфорацией (перфорация 1—2 мм в диаметре, на расстоянии 10 см), или в полиэтиленовые мешки. При размере ящиков или мешков 40 × 60 × 20 см создаются условия для хорошей аэрации и поддержания оптимальной температуры для роста мицелия. Затем в закрытое помещение пускают пар, снижая температуру субстрата до 55° С<sup>1</sup>. Ящики или мешки укладывают так, чтобы максимальная площадь поверхности была свободна для доступа пара. Нагретый до температуры 55° С субстрат выдерживают в течение 12 ч. После этого субстрат постепенно охлаждают в этом же помещении и переносят в другое (Balazs e. a., 1973). В ФРГ разработаны и успешно применяются специальные промышленные установки для непрерывного приготовления субстрата при выращивании вешенки обыкновенной (Zadražil, 1974a) (рис. 41).

Измельченный субстрат (1) подается с помощью пневматического устройства в загрузочный контейнер (2). Затем с помощью специального податчика субстрат поступает в миксер (3), где смешивается

<sup>1</sup> Кроме описанного метода подготовки субстрата пропариванием разработана методика подготовки субстрата «черпанием». При этом субстрат укладывают в корзины, сделанные из металлических прутьев. Корзину, заполненную сухим субстратом, накрывают тяжелой крышкой и опускают в воду, нагретую до 45—50° С, предварительно добавив в нее суспензию защитных микроорганизмов и известь. При «черпании» субстрат увлажняется, а затем его подвергают пропарке (Balazs e. a., 1973).

с водой и другими веществами (4). Для уничтожения конкурирующих микроорганизмов и плесеней в отсеках субстрат нагревают, а затем охлаждают до температуры 20—25° С. В бункере, снабженном дозатором мицелия, определенное количество субстрата смешивается с нужным количеством мицелия. Инокулированный мицелием субстрат упаковывается в мешки, ящики или специальные контейнеры<sup>1</sup> (5—6) (рис. 42) для выращивания вешенки обыкновенной на специальной упаковочной линии.

**Инокуляция<sup>2</sup>.** Когда температура внутри и на поверхности суб-

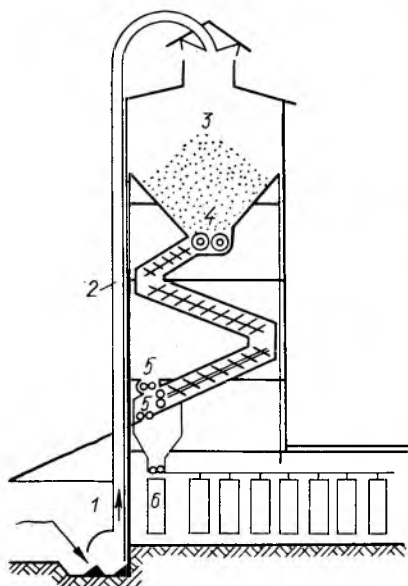


Рис. 41. Установка для непрерывного приготовления субстрата для выращивания вешенки (по Zadražil, 1974a):

1 — загрузка субстрата; 2 — перемешивание субстрата; 3 — увлажненный субстрат; 4 — механизмы, регулирующие подачу субстрата к контейнерам; 5 — загрузка субстрата в контейнеры; 6 — цилиндрические контейнеры.

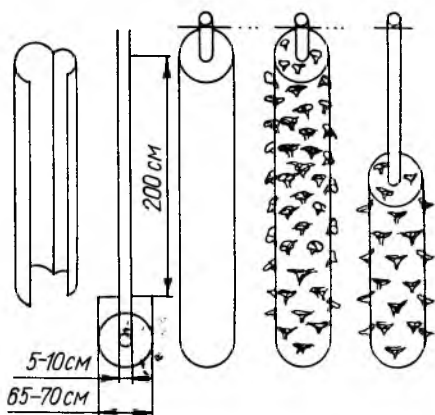


Рис. 42. Цилиндрические контейнеры для выращивания вешенки (по Zadražil, 1974a).

ными деревянными палочками равномерно по всей поверхности субстрата на глубину 8—12 см. Масса мицелия должна составлять  $\frac{1}{20}$  —  $\frac{1}{30}$  —  $\frac{1}{50}$  массы субстрата. Следует при этом учитывать, что чем больше вносится мицелия, тем быстрее идет пронизывание субстрата гифами. Если мицелия внесена  $\frac{1}{50}$  часть по отношению

к субстрату достигнет 26—30°С, можно производить инокуляцию субстрата мицелием вешенки обыкновенной. Мицелий вносят стерильными

<sup>1</sup> Контейнер представляет собой перфорированный цилиндр (с центральной трубкой) радиусом до 30 см и высотой до 200 см. Такой контейнер имеет относительно большую поверхность при сравнительно небольшом объеме (Zadražil, 1974a). Контейнеры, заполненные субстратом, подвешиваются на рейки и автоматически подаются в помещение для пронизывания субстрата мицелием, а затем и в выращенное помещение.

<sup>2</sup> Частично инокуляция субстрата мицелием описана в предыдущем разделе на примере промышленной установки для непрерывного приготовления субстрата, используемой в ФРГ.

к субстрату, то пронизывание происходит медленно и, следовательно, больше шансов для развития различных инфекций. При выращивании вешенки обыкновенной без добавления защитных микроорганизмов или в летнее время, когда создаются более благоприятные условия для распространения инфекции (особенно насекомыми), для ускорения процесса пронизывания субстрата гифами следует вносить  $1/_{20}$  часть мицелия по отношению к массе субстрата.

**Рост мицелия в субстрате.** В помещениях, где поддерживаются температура 20—25° С и влажность около 90%, мицелий вешенки обыкновенной хорошо растет и развивается. Через 1—2 дня после инокуляции поверхность субстрата становится белой от мицелия. Через 4—5 дней субстрат (рис. 43) становится светло-коричневым. Постепенно происходит пронизывание мицелием всего субстрата. Появление воздушного мицелия на поверхности субстрата свидетельствует о том, что мицелий хорошо развился по всему субстрату. С этого момента начинается период созревания.

Во время роста мицелия основное внимание необходимо уделять температурному режиму. В субстрате находятся в активном состоянии защитные микроорганизмы, в результате жизнедеятельности которых выделяется тепло. Перегрев субстрата и помещения может вызвать гибель мицелия. Температура внутри субстрата и в помещении различна, поэтому для правильного регулирования ее рекомендуется в большинстве ящиков измерять температуру 2 раза в сутки. Оптимальная температура для роста мицелия 26—28° С. При повышении температуры внутри субстрата до 28° С и более следует охлаждать субстрат с помощью циркуляции воздуха — проветривания, сквозняка, усиленной вентиляции.

На первой неделе после инокуляции, особенно на 3—4-й день, наблюдается наибольшая разница между температурами субстрата и помещения, достигающая 6—8° (в средних ящиках столба еще больше). После первой недели не наблюдается заметной разницы температур субстрата и помещения, хотя температура субстрата всегда на 1—2° выше температуры окружающей среды. В это время в помещении надо поддерживать температуру 18—20° С. В период роста мицелия очень важен приток свежего воздуха, поэтому помещение следует проветривать 3—4 раза в день. Хотя рост мицелия происходит в полуанаэробных условиях, кислород является очень важным фактором. Немаловажна и концентрация углекислого газа (CO<sub>2</sub>) в блоке во время роста мицелия. Л. Шанель (Schanel, 1970) установил, что мицелий вешенки обыкновенной и других видов рода *Pleurotus* в противоположность шампиньону двуспоровому растет быстрее при высокой концентрации CO<sub>2</sub> в воздухе (рис. 44). Лишь концентрация CO<sub>2</sub> в воздухе 37,5 объемных процента по сравнению с контролем 0,03% тормозила рост мицелия вешенки обыкновенной (Zadrazil, 1974 a, b). Высокое содержание CO<sub>2</sub> в субстрате служит защитным барьером мицелию вешенки обыкновенной от влияния вредных микроорганизмов, которые при такой концентрации CO<sub>2</sub> погибают либо очень слабо растут.

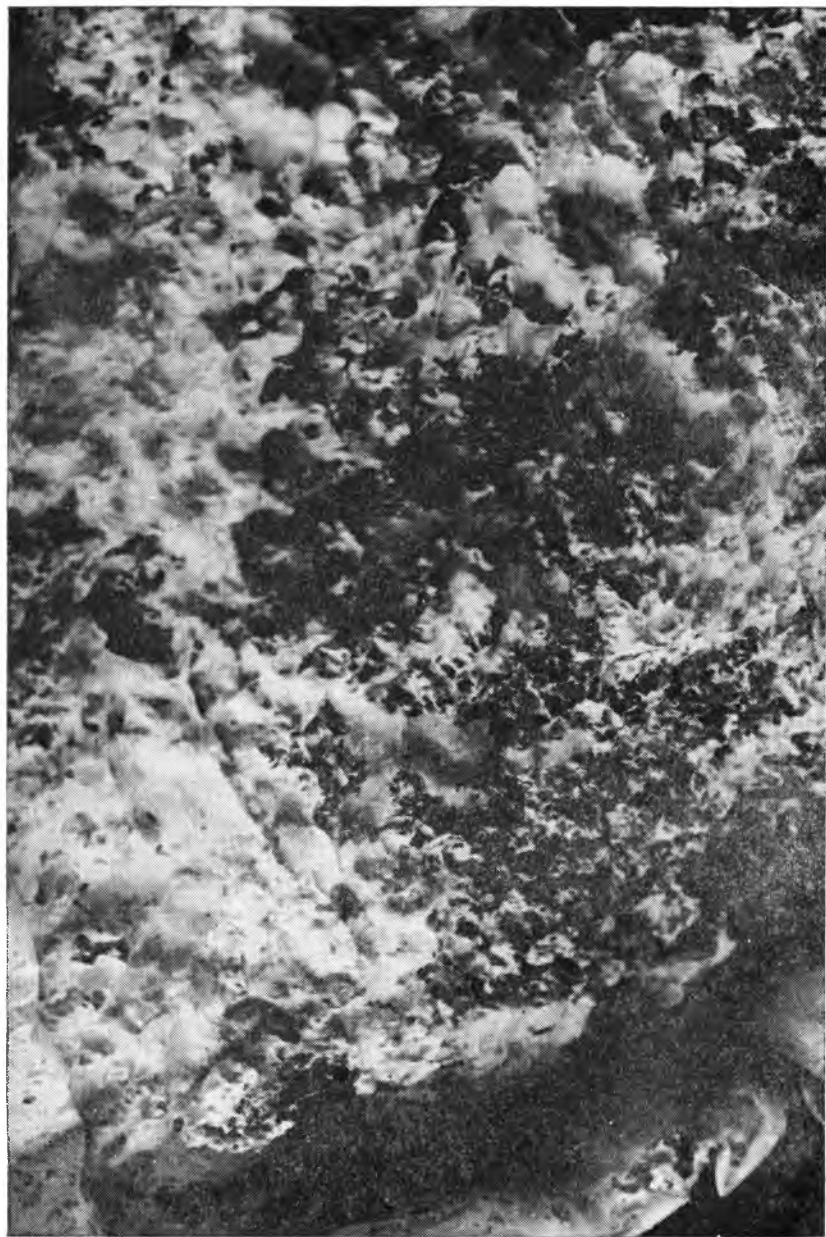


Рис. 43. Субстрат, проросший мицелием вешенки обыкновенной.

Во время пронизывания субстрата мицелием гриб индифферентен к свету. Самыми важными факторами в этот период являются температура, количество кислорода и углекислого газа в воздухе, качество и количество мицелия; от этих параметров зависит скорость роста. Например, при оптимальной температуре ( $25-27^{\circ}\text{C}$ ) такой субстрат, как перемолотые стержни початков кукурузы, мицелий вешенки обыкновенной пронизывает за 8—9 дней (если масса мицелия составляет  $\frac{1}{15}$  по отношению к массе субстрата), за

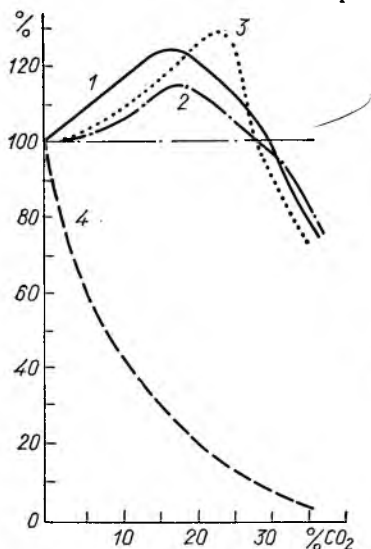


Рис. 44. Влияние  $\text{CO}_2$  на рост мицелия 3 видов *Pleurotus* и *Agaricus bisporus* (по Zdražil, 1974 а):

1 — *Pleurotus ostreatus*, 2 — *P. florida*, 3 — *P. eryngii*, 4 — *Agaricus bisporus*.

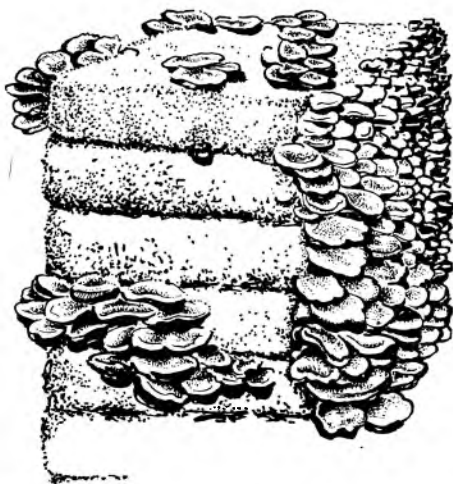


Рис. 45. Блоки с плодовыми телами вешенки обыкновенной в выращенном помещении.

10—11 дней ( $\frac{1}{20}$ ) и за 14—15 дней ( $\frac{1}{30}$ ). При крупномасштабном производстве используемое оптимальное количество мицелия по отношению к массе субстрата составляет  $\frac{1}{30}$ ; при этом переплетение в среднем длится 2—3 недели (Balazs e. a., 1973; Вешенка..., 1976).

**Созревание пронизанного мицелием субстрата.** На пронизанном мицелием субстрате плодовые тела образуются не сразу. Сначала субстрат должен созреть. В течение созревания пронизанный мицелием субстрат готовится к плодоношению. Хотя во время этого процесса заметных невооруженным глазом изменений с субстратом и мицелием не наблюдается, в них происходят важные физиолого-биологические превращения, необходимые для начала плодоношения.

Во время созревания субстрат специального ухода не требует. Его оставляют на 3 недели в помещении, где поддерживается постоянная температура  $20-22^{\circ}\text{C}$ . Полив не нужен. Однако необходимо постоянное проветривание помещения. Во время созревания пронизанный мицелием субстрат превращается в плотный гомоген-

ный блок, который легко вынимается из ящика, мешка или контейнера.

Эти блоки нельзя держать больше 3 недель в помещении для созревания, так как здесь не поддерживается температура, необходимая для начала плодоношения, и на поверхности блоков может образоваться мицелиальная строма, в значительной степени снижающая урожайность. Поэтому после 3 недель созревания блоки нужно использовать для плодоношения.

**Плодоношение и сбор грибов.** Для дружного появления на блоках большого количества плодовых тел следует создать специальные условия. Блоки вынимают из ящиков и переносят в выростное помещение. Если блоки содержатся в мешках, то мешки надо приоткрывать на  $\frac{2}{3}$ , поскольку количество плодовых тел пропорционально количеству субстрата, а не свободной площади поверхности блока. Блоки или мешки укладывают в шеренги шириной 40—60 см. Высота столбов равняется 80—100 см и зависит от того, какую массу могут выдержать, оставаясь неповрежденными, нижние блоки. Шеренги блоков в выростном помещении располагают на расстоянии 90—110 см друг от друга, что позволяет свободно проходить между ними во время ухода и сбора урожая.

Как отмечалось выше, в природе плодовые тела вешенки обыкновенной появляются осенью при низких температурах. В выростном помещении температура воздуха должна быть 12—15° С. Для плодоношения вешенки обыкновенной в летнее время блоки выдерживают в выростном помещении 4—5 дней при температуре 5° С («холодный шок») и лишь после этого повышают температуру в помещении до 12—15° С. В естественных условиях вешенка обыкновенная плодоносит и при более высоких температурах, однако не дружно, при этом плодоношение часто растягивается на несколько недель. При температуре воздуха 12—15° С в выростном помещении на 8—10-й день на блоках появляются группы маленьких плодовых тел, которые через 7—9 дней достигают стандартных размеров (рис. 45, 46). При температуре 8—10° С образование плодовых тел задерживается на 5—7 дней. При температуре ниже 0° С плодовые тела подмерзают, однако при повышении температуры снова могут начать рост. Таким образом, изменяя температуру воздуха в выростном помещении, можно регулировать сроки плодоношения вешенки обыкновенной.

Влажность воздуха в выростном помещении должна быть около 95%. В первые 4—6 дней после перенесения блоков в выростное помещение надо следить за тем, чтобы при поливе на блоки не попадала вода, так как в некоторых местах от попадания воды повреждается мицелий. После его регенерации (через 4—6 дней) можно поливать весь блок. Полив производят чистой водой из лейки или шланга с разбрызгивателем. Поскольку блок воду в себя не впитывает, а лишняя вода стекает на пол, лучше поливать меньшим количеством воды, но чаще. На сухих блоках плодовые тела не появляются. Необходимо следить за тем, чтобы вода не оставалась на



Рис. 46:

*а* — зрелые плодовые тела вешенки обыкновенной; *б* — общий вид блоков с созревшими плодовыми телами вешенки обыкновенной.

полу помещения, так как могут повредиться нижние блоки. При относительной влажности воздуха помещения 95—100% блоки достаточно поливать 2 раза в сутки. Если относительная влажность воздуха ниже 95%, их следует поливать 4—5 раз в сутки. Плодовые тела появляются и при относительной влажности воздуха 75—80%,



но качество продукции будет низким (шляпки сухие, покрытые трещинами).

Во время плодоношения необходимо следить за чистотой воздуха выращенного помещения. Если помещение не будет проветриваться и в воздухе будет избыток углекислого газа (в противоположность периоду роста мицелия, когда повышенное содержание  $\text{CO}_2$  стимулирует рост), то появятся уродливые плодовые тела — шляпка



Рис. 47. Аномальные плодовые тела вешенки обыкновенной, выращенные в недостаточно вентилируемом помещении (по Balazs, Gyurko e. a., 1973).

недоразвитая, с краем, подогнутым кверху, ножка толстая, удлиненная (рис. 47), весь гриб столбовидный (Eger, 1965, 1970; Zadražil, Schneidereit, 1972; Zadražil, 1973 a; Balazs e. a., 1973). Следовательно, чистота воздуха — залог хорошего урожая. В выращенном помещении воздух надо менять каждый час. Осенью и весной, когда температура окружающего воздуха 12—15° С, проветривать помещение легко. Желательно в это время года устраивать сквозняки. Для поддержания оптимальной температуры в зимнее время необходим подогрев воздуха выращенного помещения.

Если в период роста мицелия в субстрате гриб индифферентен к свету, то для появления плодовых тел свет необходим (Gyurko, 1972; Balazs e. a., 1973; Zadražil, 1974 a, b). При недостаточном освещении появляются уродливые плодовые тела: шляпка маленькая, недоразвитая, ножка длинная (рис. 48, а). При полном отсутствии света образуются кораллоподобные плодовые тела, без шляпок. Если выращенное помещение темное, то в первые 5—6 дней искусственное освещение не обязательно, свет необходим после появления маленьких плодовых тел. От количества света зависит цвет и размер шляпок: при хорошем освещении шляпки вырастают больших размеров и темного цвета (рис. 48 б). Таким образом, силой света можно регулировать размер и цвет плодовых тел. Для освещения выращенного помещения желательно использовать неоновые лампы синего цвета с короткими волнами спектра.

Поскольку ножка — менее ценная часть, чем шляпка, при выращивании следует добиваться появления плодовых тел с короткими ножками. Однако при очень коротких ножках трудно собирать урожай, поэтому размер ножек плодовых тел надо регулировать, изменяя интенсивность освещения. При сильном освещении иногда вырастают грибы с большими шляпками, но почти без ножек. Край шляпок таких плодовых тел могут срастаться с блоками, что очень снижает качество урожая. Наилучшими считаются плодовые тела,

у которых диаметр шляпки в 1,8—2 раза больше длины ножки. Вырастают они обычно тогда, когда освещение во время появления их зачатков составляет 920 лк/ч. От появления маленьких плодовых тел до их полного развития необходима оптимальная сила света 7500—8000 лк/ч, хотя при силе света 3000 лк/ч еще вырастают плодовые тела с нормальными шляпками, но с длинными ножками.

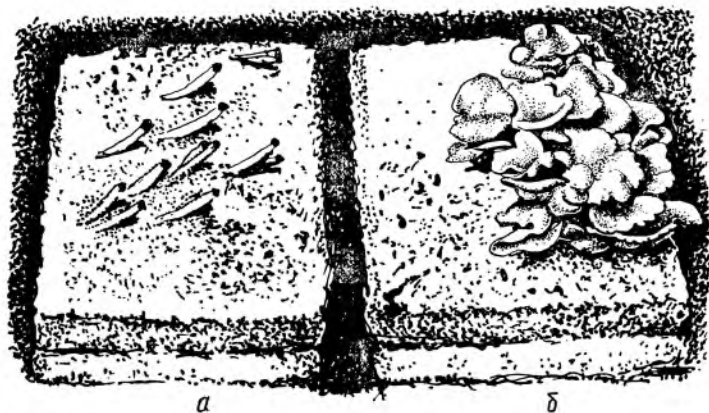


Рис. 48. Плодовые тела вешенки обыкновенной, выращенные при недостаточном (а) и нормальном (б) освещении (по Balazs, Gyurko e. a., 1973).

При силе света 17 000—8000 лк/ч вырастают плодовые тела с ненормально удлинненными ножками (Gyurko, 1972; Balazs e. a., 1973; Zadrazil, 1974a, b; Вешенка..., 1976).

Поскольку скорость роста плодовых тел зависит от температуры (которую можно регулировать), то силу света надо регулировать в зависимости от скорости роста и температуры. Потребность в свете можно удовлетворять периодически или постоянно. Вешенка обыкновенная неодинаково чувствительна к свету длинных волн. Ультрафиолетовые и близкие к ним лучи поглощаются лучше, чем лучи желтого и красного спектров.

На блоках, помещенных в выростное помещение с оптимальными условиями (температура, свет, влажность и т. п.), через 8—10 дней одновременно проявляются маленькие плодовые тела с беловатыми и светло-серыми шляпками. Под влиянием света ножка становится толще, шляпка темнеет. Потом шляпка растет, снова светлеет, приобретая серый с коричневым оттенком. В последние дни созревания шляпка очень увеличивается в размерах и светлеет, это как раз лучшее время для сбора урожая. В это время плодовые тела спорулируют. Грибы лучше всего срезать ножом из нержавеющей стали. Плодовые тела вешенки обыкновенной чистые, поэтому их сразу можно упаковывать в ящики или корзины. После сбора урожая остатки ножек с блоков срезают.

Если после сбора первой волны урожая блоки оставить в выростном помещении, то через 2—3 недели появляются плодовые тела

второй волны, однако плодоношение недружное и урожай небольшой. Обычно урожай первой волны составляет 70—75% всей урожайности блока. В хороших хозяйствах в среднем на 100 кг субстрата (перемолотые стержни початков кукурузы) за две волны можно получить 40—45 кг вешенки обыкновенной; при этом урожай первой волны составляет 30—33 кг.

**Транспортировка урожая.** Вешенка обыкновенная хорошо переносит хранение, транспортировку и низкие температуры. Наиболее вредно для нее высыхание, так как при этом теряется упругость плодового тела и снижается качество продукции. При транспортировке на дальние расстояния ящики с грибами рекомендуются накрывать полиэтиленовой пленкой, способствующей сохранению влаги.

## **ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ**

Возбудителей болезней и вредителей вешенки обыкновенной известно немного, однако борьба с ними затруднена, так как большинство их обитает не на поверхности субстрата, а в его толще, к тому же субстрат находится под полиэтиленовой пленкой. Из химических средств применяют лишь окуливание, потому что иным способом бороться, не повредив грибницу, невозможно. Поскольку весь период выращивания вешенки обыкновенной очень краток (8—9 недель), это затрудняет применение химических веществ длительного действия. Следовательно, основные меры борьбы должны быть профилактическими и проводиться в основном до посадки мицелия в субстрат. Они заключаются прежде всего в тщательном удалении всех источников распространения вредителей и болезней как перед закладкой субстрата, так и при дальнейшем уходе за культурой. После тщательной очистки помещение, используемое для выращивания вешенки обыкновенной, необходимо подвергнуть дезинфекции, которую проводят следующим образом:

**1. Окуливание формальдегидом.** Стены и пол промывают 1%-ным раствором гипохлората натрия (хлористая щелочь). Затем проводят окуливание формальдегидом. На 100 м<sup>3</sup> помещения необходимо 2 л 40%-ного формалина и 400 г хлорной извести. 400 г хлорной извести помещают в фарфоровую или эмалированную посуду. Посуду с хлорной известью равномерно располагают на полу помещения, затем туда доливают 2 л формалина, в результате реакции начинает выделяться газ формальдегид. Весь процесс следует проводить быстро от внутренней части помещения к выходу. Двери тщательно закрывают на 2 суток. После окуливания помещение проветривают примерно в течение 3—4 суток.

**2. Окуливание сернистым газом.** Для этого в помещении расставляют на кирпичи противни, на которые кладут серу из расчета 40—60 г на 1 м<sup>3</sup> помещения. Серу зажигают и двери плотно закрывают на 2 суток. Окуливание сернистым газом можно проводить, когда помещение сравнительно сухое. После окуливания помещение проветривают в течение 10 суток.

**3. Опрыскивание 2—4%-ным раствором хлорной извести.** Необходимое количество хлорной извести предварительно растворяют в небольшом количестве воды в деревянной кадке, а затем разводят водой до указанной концентрации и настаивают 2 ч. Затем жидкость взмучивают и употребляют для опрыскивания. Помещение после опрыскивания закрывают на 2 суток. Дезинфекцию хлорной из-

вестью проводят заблаговременно (за 15—20 суток до внесения субстрата) для того, чтобы хлор успел улетучиться.

**4. Опрыскивание раствором формалина.** Раствор готовят из расчета 0,25 л 40%-ного формалина на 10 л воды. На 100 м<sup>3</sup> опрыскиваемого помещения требуется приблизительно 20 л раствора. После опрыскивания помещение закрывают на 2 суток.

Указанные меры по дезинфекции помещений проводят с соблюдением правил техники безопасности. При значительном содержании в воздухе вредных газов и паров необходимо пользоваться противоголозом. На дверях помещений во время дезинфекции следует повесить табличку «Осторожно! Идет дезинфекция».

Особое внимание следует обратить на чистоту инвентаря. Инвентарь, используемый при выращивании вешенки, не должен употребляться на других работах. Перед началом работ весь инвентарь промывают 50%-ным раствором формалина, после чего смывают формалин чистой водой. Тару (ящики) для выращивания вешенки обыкновенной также дезинфицируют и хранят в чистом помещении.

Болезни вешенки обыкновенной, вызываемые грибами, неизвестны. Но ее, как и многие другие культивируемые грибы, поражают грибные мухи (род *Sciaria*), комары (род *Licoria*), клещи (роды *Typhloglyphus*, *Linopodes*) (Eisfelder, 1963; Balazs e. a., 1973; Gramms, 1975; Вешенка..., 1976).

Чаще всего вешенку обыкновенную поражают грибные мухи. В результате поврежденные мицелий или плодовые тела подвергаются вторичным бактериальным инфекциям. Обычно мух заносят с субстратом, но они также могут прилетать из различных мест, привлекаемые грибным запахом. Как правило, мухи повреждают вешенку обыкновенную в теплую погоду при температуре воздуха выше 15° С. Для массового развития грибных мух и грибных комаров наиболее благоприятным является период роста и созревания мицелия в субстрате. В этот период субстрат находится в помещении в течение 5—6 недель (полный цикл развития грибных мух и комаров составляет около месяца) при температуре воздуха, наиболее оптимальной для развития вредителей. Особенно возрастает опасность, если в одном и том же помещении содержится разновозрастный материал: мухи и комары, развивавшиеся в старых блоках, заражают новые, проникая через отверстия перфорации в полиэтилене и откладывая яйца. Появившиеся из них личинки (ларвы) повреждают мицелий, который после этого легко подвергается вторичным поражениям плесневыми грибами и бактериями.

Как показывает практика, при крупномасштабном производстве борьба проводится со взрослыми насекомыми. Помещение окуривают препаратами монофос или ногос из расчета 800 г на 1000 м<sup>3</sup> воздуха. После окулирования помещение закрывают на 2—4 ч, затем тщательно проветривают. Через 7—8 дней дезинфекцию повторяют. Как монофос, так и ногос — сильные яды, поэтому работать с ними надо осторожно.

В помещении, где выращивают плодовые тела грибов, блоки с субстратом находятся около 3 недель и температура воздуха дости-

гает 15° С или ниже, поэтому здесь очень редко происходит развитие вредителей. Они могут быть занесены с блоками уже в зрелом состоянии.

Клещи — вредители, имеющие микроскопические размеры (до 1 мм) и сложный цикл развития, поражают мицелий (что наиболее опасно), проникая в плодовые тела. Поврежденные места становятся мокрыми, темнеют вследствие вторичного поражения бактериями. Эффективных средств борьбы с клещами нет. Поэтому очень важны профилактические мероприятия: дезинфекция помещения, пастеризация субстрата.

Кроме того, как отмечают некоторые авторы (Balazs e. a., 1973; Класерова, 1974; Вешенка ..., 1976), в летний период вешенка обыкновенная поражается неизвестной болезнью, по всей вероятности, вирусного происхождения, для которой характерно появление на блоках необычных плодовых тел — крупных, утолщенных, капустаобразных.

## ОПЕНОК ЛЕТНИЙ

### СИСТЕМАТИКА, МОРФОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ, БИОЛОГИЯ, КУЛЬТУРАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

#### Место рода *Kühneromyces* в системе грибов

Отдел MYCOPHYTA

Класс Phycomycetes

Класс Ascomycetes

Класс Basidiomycetes

Группа Fungi imperfecti

Порядок Agaricales

Семейство Strophariaceae

Род *Kühneromyces*

В «Systema mycologicum» Э. Фриза (Fries, 1821) приведено описание *Agaricus mutabilis*. П. Куммер (Kummer, 1871) перевел *A. mutabilis* в род *Pholiota*, а Л. Келе (Quelet, 1886) — в род *Dryophila*. Р. Зингер и А. Г. Смит (Singer, Smith, 1946), учитывая морфолого-анатомические особенности вида, цвет спорового порошка и строение спор, описали новый для науки род *Kühneromyces* с типом *K. mutabilis*. Большинство агарикологов этот род признается.

**Опенок летний** — *Kühneromyces mutabilis* (Schaeff. et Fr.) Sing. et A. H. Smith (син.: *Agaricus mutabilis* Schaeff. et Fr., *Pholiota mutabilis* (Schaeff. et Fr.) Kumm., *Dryophila mutabilis* (Schaeff. et Fr.) Quél.) (рис. 49).

**Ш л я п к а** 4—6 см в диаметре, в молодом возрасте полукруглая, потом плоско-выпуклая, в зрелом состоянии иногда почти распростертая, с опущенным вниз краем, с широко-округлым, выступающим в центре бугром, или иногда притупленная, ржаво-буро-коричневая с концентрическими, более светлыми, водянистыми, просвечивающими полосами, шелковисто-волокнистая или слабо-чешуйчатая.

**П л а с т и н к и** нисходящие или приросшие, сначала светлые, потом коричневые, частые, довольно широкие.

**Н о ж к а** 4—8 × 0,5—1,5 см, цилиндрическая, к основанию немного суженная, тонкая, полая, плотная, жестковатая, ржаво-коричневая, более темная, почти черная книзу, светлая над кольцом, хлопьевидно-чешуйчатая, бархатистая под кольцом. Кольцо хлопьевидно-волокнистое, одноцветное со шляпкой, иногда исчезающее.

**М я к о т ь** белая, с буроватым оттенком под кутикулой шляпки и ножки, водянистая, тонкая.

Базидии четырехспоровые,  $20-23 \times 4-5$  мкм, хейлоцистиды  $17-29 \times 3,3-7$  мкм, цилиндрические, в КОН гиалиновые. Плевроцистиды отсутствуют.

Споровый порошок коричневатый.

Споры  $5,5-7,5 \times 3,7-4,5$  мкм, яйцевидно-эллипсоидальные, охристо-коричневые, гладкие, с одной каплей масла.

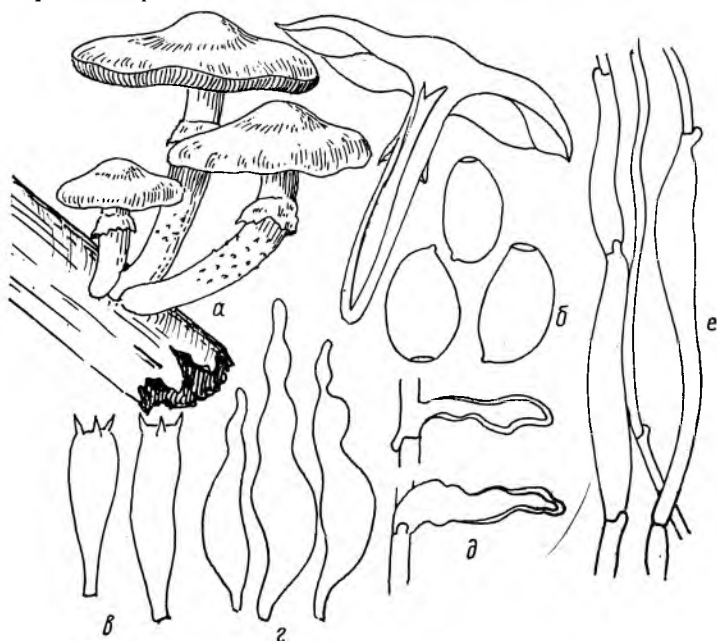


Рис. 49. Опенок летний — *Kühneromyces mutabilis* (Schaeff. ex Fr.) Sing. et A. H. Smith:

а — плодовые тела, б — споры, в — базидии, г — хейлоцистиды, д — каулоцистиды, е — гифы trama (по Ногак, 1968).

По внешнему виду похож на опенок осенний — *Armillariella mellea* (Vahl. ex Fr.) Karst., но отличается более темной окраской шляпки, ножки и пластинок, размером и формой спор.

**Экология.** Растет большими группами на пнях и других древесных остатках многих лиственных деревьев, реже встречается на древесине хвойных. Плодовые тела образуются начиная с июня и до октября.

**Географическое распространение:** Европа, Азия, Северная Америка. В СССР известен из европейской части, Кавказа, Урала, Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока.

**Культуральные особенности.** Мицелий опенка летнего при росте на древесине сначала белоснежный, пышный, затем уплотняется и становится светло-бежевым. При выращивании гриба на жидкой среде на качалке формируется белый ватообразный мицелий в виде мелких шариков.

Опенок летний характеризуется довольно быстрым линейным ростом вегетативного мицелия в чистой культуре и способен в относительно короткие сроки формировать плодовые тела. Штаммы гриба, выделенные из плодовых тел с разных древесных растений, характеризуются небольшими отличиями в интенсивности ростовых процессов на твердой питательной среде (табл. 12); ежедневный прирост у большинства штаммов составляет около 5 мм. По данным В. Лутхардта (Luthardt, 1969), разные штаммы опенка летнего

Таблица 12

Динамика линейного роста вегетативного мицелия опенка летнего на искусственной питательной среде

Штамм гриба	Диаметр колонии гриба (см) при выращивании на						
	2-е сутки	4-е сутки	6-е сутки	8-е сутки	10-е сутки	12-е сутки	14-е сутки
Осиновый	1,8	4,0	4,8	5,2	5,5	7,0	8,8
Березовый (Б-1)	1,6	3,5	4,7	5,0	7,0	8,4	9,0
Березовый (Б-2)	2,0	3,7	5,2	5,6	6,4	8,0	9,0
Березовый (Б-3)	1,6	3,6	5,2	5,7	6,7	8,0	9,0
Березовый (Б-4)	1,9	3,2	4,8	5,2	6,0	8,0	9,0
Еловый (Е-1)	2,2	3,6	4,6	4,9	6,0	7,2	7,6
Еловый (Е-2)	1,6	3,8	4,7	5,3	5,7	7,6	8,3
Еловый (Е-3)	1,6	3,5	4,6	4,9	7,0	8,1	9,0
Еловый (Е-4)	2,0	3,4	4,8	5,2	6,0	8,0	9,0
Еловый (Е-5)	1,8	3,5	4,6	5,1	6,1	8,0	8,8
Сосновый	1,5	3,8	4,9	5,3	6,0	8,0	9,0

отличаются неодинаковым отношением к колебаниям температуры и урожайностью плодовых тел. При благоприятных погодных условиях некоторые штаммы гриба могут образовывать плодовые тела в течение вегетационного периода 3 раза. При этом второй слой плодотворения является более интенсивным. Поэтому отбор в приросте наиболее продуктивных и менее чувствительных к колебаниям погодных условий штаммов опенка летнего имеет важное значение в массовом производстве этого ценного съедобного гриба на древесине.

Опенок летний может расти в чистой культуре на средах разного состава. В табл. 13 приведены данные по накоплению биомассы мицелия опенка летнего на питательных средах в стационарных условиях и на биологической качалке. Из десяти взятых питательных сред различного состава наиболее благоприятным оказалось 4%-ное пивное сусло. За 10 суток роста на биологической качалке сухая масса мицелия составила свыше 280 мг. Более слабый рост гриба наблюдался на синтетических средах Маттисон и Трембач. В стационарных условиях рост мицелия происходил слабее, чем на биологической качалке. Обогащение среды кислородом воздуха стимулировало ростовые процессы опенка летнего.



Для роста и развития опенка летнего, как и для большинства высших грибов, необходимы многие элементы, которые входят в состав клеточных структур и играют определенную роль в обмене веществ и переносе энергии. Для установления оптимального состава питательной среды была изучена потребность опенка летнего в наиболее важных источниках питания — углероде и азоте. В качестве источника углерода использовали моносахариды, полисахариды, многоатомные спирты, органические кислоты и их соли. Источники азотного питания были представлены аминокислотами и неорганическими солями, содержащими азот. Выращивание опенка летнего

Таблица 13

Накопление биомассы мицелия опенка летнего на питательных средах разного состава (сухая масса мицелия в мг на 10-е сутки роста)

Питательная среда	Рост гриба		Питательная среда	Рост гриба	
	на биологической качалке	в стационарных условиях		на биологической качалке	в стационарных условиях
Картофельная	38,6	26,8	Синтетическая	87,9	76,9
Ячменная	26,4	22,8	Синтетическая с опилками	79,7	56,5
Трембач	111,5	103,4	Немецкая	48,6	41,5
Маттисон	116,1	84,9	4%-ное пивное сусло	283,5	231,5
Рябушко	104,8	71,1	2%-ное пивное сусло с опилками	19,1	17,9

производили в жидкой культуре на биологической качалке в течение месяца. Накопление биомассы мицелия при культивировании опенка летнего на синтетической среде с разными источниками углерода и азота показано в табл. 14 и 15.

Лучший рост гриба наблюдался при выращивании мицелия на средах с декстрозой, рамнозой и фруктозой. Более слабое накопление биомассы мицелия отмечено при внесении в среду мальтозы, лактозы, ксилозы, маннита и сахарозы. Менее успешно гриб использовал крахмал, глицерин, маннозу и другие сахара. Из органических кислот хороший рост опенка летнего в чистой культуре обеспечивали только фумаровая и янтарная кислоты. Очень сильное стимулирование ростовых процессов давало добавление в среду мочевины. Накопление биомассы мицелия возрастало по сравнению с контролем более чем в 6 раз. Хороший рост мицелия наблюдался в средах с пептоном, метионином и тирозином. Из неорганических источников азота наилучший эффект в образовании биомассы мицелия опенка летнего давал аммоний хромовокислый. Остальные неорганические соли не оказали благоприятного влияния на ростовые процессы гриба. При культивировании опенка летнего, как правило, наблюдается некоторое подкисление питательной среды. Оптимальная кислотность для роста гриба лежит в пределах pH 4,0—5,0.

Грибы, обитающие на древесине и получающие из нее необходимые элементы питания, в процессе своей жизнедеятельности синтезируют многочисленную группу экзоферментов. С их помощью древесный субстрат переводится в легкоусвояемые для гриба соединения. Интенсивность этих процессов зависит от набора экзоферментов и их активности. Наши исследования показали, что опенок

Таблица 14

**Рост мицелия опенка летнего на синтетической среде с разными источниками углеродного питания**

Источник углеродного питания	рН среды		Сухой мицелий, мг на 100 мл среды
	в начале опыта	в конце опыта	
Арабиноза	6,05	4,25	28,5
Ксилоза	5,8	4,1	31,9
Рамноза	6,3	6,8	48,8
Декстроза	6,1	4,0	51,3
Галактоза	6,0	4,3	30,0
Фруктоза	5,8	3,8	40,8
Мальтоза	6,0	4,3	34,1
Сахароза	6,1	4,4	30,3
Лактоза	6,3	3,75	36,4
Крахмал	5,9	4,3	14,4
Маннит	6,2	5,7	32,9
Сорбит	6,2	3,9	26,0
Глицерин	6,3	4,4	22,2
Фумаровая кислота	4,5	4,6	28,5
Янтарная кислота	4,5	4,4	24,5
Натрий уксуснокислый	6,3	7,1	12,7
Контроль (без источника углерода)	6,2	6,0	6,6

Таблица 15

**Рост мицелия опенка летнего на синтетической среде с разными источниками азотного питания**

Источник азотного питания	рН среды		Сухой мицелий, мг на 100 мл среды
	в начале опыта	в конце опыта	
Аланин	6,2	4,5	33,4
Глицин	6,1	4,5	25,4
Метинин	6,25	5,9	66,0
Норвалин	6,25	4,3	29,8
Тирозин	6,0	4,7	63,4
Оксипролин	6,2	4,1	19,4
Мочевина	6,6	7,5	111,4
Пептон	6,1	4,2	77,4
Фосфорнокислый аммоний	6,4	5,9	27,6
двухзамещенный			
Молибденовокислый аммоний	5,1	5,0	30,0
Хромовокислый аммоний	6,4	7,4	163,8
Контроль (без источника азота)	6,15	5,0	17,8

летний синтезирует широкий набор окислительных и гидролитических ферментов, обеспечивающих ростовые процессы вегетативного мицелия, образование плодовых тел и другие процессы метаболизма гриба. При освоении древесины как питательного субстрата наибольшее значение имеют экзоферменты, принимающие участие в разложении основных органических веществ, входящих в состав клеточных стенок древесины. Установлено, что способность опенка летнего продуцировать различные экзоферменты зависит от состава питательных сред, в частности от вида источника углеродного и азотного питания.

Источники углеродного питания оказали более сильное влияние на биосинтез отдельных экзоферментов. Это необходимо учитывать при выращивании грибов в искусственных условиях. Например,

наиболее высокая активность пероксидазы и лакказы наблюдалась на средах с мальтозой, декстрозой и сорбитом, в то время как внесение в питательную среду таких органических кислот, как яблочная, щавелевая, молочная, лимонная и винная, вызывало ингибирование активности пероксидазы и лакказы. Высокий уровень активности целлюлолитических ферментов отмечен только в том случае, когда в среде имеются древесные опилки, при этом активность ферментов возрастала в несколько раз по сравнению с контролем. Пектолитическая активность у опенка летнего проявлялась на средах разного состава. Стимулирование активности ферментов вызывало присутствие в среде уксуснокислого натрия, а также некоторых сахаров (сорбит, рамноза и др.).

Из источников азотного питания благоприятное влияние на активность пероксидазы и лакказы оказывали пептон и некоторые аминокислоты. При внесении в среду пептона активность этих ферментов возрастала более чем в 10 раз. Источники азота слабо стимулировали биосинтез целлюлолитических ферментов. На активность пектолитических ферментов большое влияние оказывали аргинин, мочеви́на, азотнокислый аммоний, в то время как высокая протеолитическая активность наблюдалась при добавлении в среду аспарагиновой кислоты и лейцина.

Регулируя пищевой режим при выращивании съедобных грибов путем подкормок отдельными элементами в определенные сроки, можно значительно повысить их урожайность.

## **ВЫРАЩИВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ ПОСЕВНОГО МАТЕРИАЛА**

Инокуляция исходного материала (кругляков, пней или отходов древесины) может осуществляться при помощи спор, мицелия или кусочков зараженной грибом древесины. Споры гриба обычно получают из свежесобранных зрелых плодовых тел. Карпофоры гриба размельчают, помещая их в воду, и тщательно перемешивают. Водная суспензия спор используется для инокуляции древесины. Для проникновения спор в более глубокие слои древесины на кругляках и пнях делают насечки топором или просверливают отверстия диаметром 2—3 см на глубину до 5 см. Как показали наши исследования, этот метод инокуляции древесины не во всех случаях давал положительные результаты. На успешность прорастания спор и развития мицелия оказывают большое влияние влажность субстрата, условия освещенности и другие экологические факторы. При этом следует отметить, что в начальный период мицелий гриба слабо распространяется в древесине и только спустя несколько месяцев происходит его интенсивное развитие.

Более хорошие результаты были получены при инокуляции пней и древесных отрубков кусочками древесины, полуразрушенной опенком летним. Грибники-любители такие образцы могут легко приготовить из древесины пней, на которых наблюдается образование плодовых тел гриба. При этом следует обращать внимание на

то, чтобы образцы были выколоты из зоны активного роста мицелия. Заготовленные образцы инокулированной древесины помещают в затески или в отверстия, после чего поверхность древесины покрывают мхом или землей. В отдельных случаях образцы инокулированной древесины можно прикреплять к верхней поверхности пней и круглых лесоматериалов при помощи гвоздей. При этом обеспечивается более тесный контакт и более быстрое развитие мицелия в исходном материале. При наличии специализированной микологической лаборатории возможно централизованное приготование образцов инокулированной древесины. При этом образцы древесины определенных размеров (чаще в виде тонких дощечек) искусственно инокулируют чистой культурой наиболее продуктивных штаммов опенка летнего. Опыт культивирования опенка летнего на древесине в ГДР показал, что лучше всего инокуляцию древесины производить предварительно выращенной культурой гриба на различных питательных средах. В качестве одного из основных компонентов среды В. Лутхардт (Luthardt, 1969) рекомендует использовать древесину, пронизанную грибным мицелием, в виде мелкой стружки. Для лучшего роста мицелия гриба к стружкам из древесины добавляют воду, солод и пептон. Мицелий, выращенный на такой смеси, получил название прививочной пасты. Такая паста готовится в специальных 2-литровых цилиндрических стаканах.

Нами были проведены исследования по выбору оптимального состава прививочной пасты, которые показали, что для приготовления пасты лучше использовать березовые опилки или мелкую стружку, хорошо смоченную водой. В качестве дополнительных питательных веществ можно брать пептон, овсяную муку, картофельную мезгу, клюквенный порошок или мелконарезанные корнеплоды свеклы. На березовых опилках с пептоном или овсяной мукой наблюдался довольно хороший рост мицелия, который вначале был беловатого цвета, впоследствии приобретал светло-коричневый оттенок. Более интенсивный рост мицелия гриба происходил, когда к березовым опилкам добавляли картофельную мезгу, мелконарезанные кусочки корнеплодов свеклы или клюквенный порошок, представляющий отход производства. Мицелий довольно быстро покрывал поверхность среды и проникал в глубь субстрата. Он имел светло-бежевый или кремовый цвет. Примерно за месяц мицелий пронизывает полностью субстрат и паста готова к употреблению. Дальнейшее выдерживание прививочного материала в помещении может привести к его подсыханию и образованию большого количества мелких плодовых тел, что вызывает истощение мицелия и падение его активности. Поэтому прививочную пасту желательно использовать до начала образования плодовых тел. Процесс плодоношения гриба может быть замедлен, если прививочную пасту выдерживают при температуре от 0 до 4° С. В таких условиях мицелий гриба сохраняет активность в течение нескольких месяцев. Процесс приготовления прививочного материала заключается в следующем:

В чашках Петри в конических колбах на 250 мл на агаризованном пивном сусле выращивают чистую культуру опенка летнего. Этот мицелий служит исходным материалом для выращивания маточной культуры (субмерсионного раствора), применяемой для инокуляции прививочной пасты. Конические колбы объемом 1 л заливают 6%-ным пивным суслом и подвергают дробной стерилизации. После охлаждения их инокулируют мицелием, взятым из внешней зоны прироста чашек Петри. Колбы устанавливают на биологическую качалку и мицелий выращивают в жидкой культуре в течение 10 дней. За это время в растворе формируется большое количество мелких шариков мицелия.

Одновременно готовят материал для прививочной пасты. Для этой цели древесные опилки и стружку (желательно березовые) очищают от кусочков коры и других примесей. Их загружают в цилиндрические стеклянные банки и дополнительно смачивают водой и питательными веществами. После стерилизации приготовленных смесей их инокулируют маточной культурой гриба, путем ее заливки в стеклянные банки. Банки выдерживают в комнате при температуре 15—20° С в условиях рассеянного освещения. Активность прививочного материала зависит от влажности пасты и температуры помещения. Появление зачатков плодовых тел на пасте указывает, что дальнейшее ее хранение нецелесообразно, и она должна быть по возможности в короткий срок использована для инокуляции древесного материала. Паста, на которой наблюдается развитие посторонних микроорганизмов, не рекомендуется для употребления.

Транспортировка готового прививочного материала на объект работы может производиться в эмалированных ведрах с крышкой. Желательно, чтобы прививочная паста в ведрах долго не хранилась и была использована в течение 3—5 дней. При работе с прививочной пастой необходимо соблюдать определенные меры предосторожности (стерильности), чтобы на ней по возможности не появлялась плесень или другие вредные для культивируемого гриба микроорганизмы.

## **КУЛЬТИВИРОВАНИЕ НА ДРЕВЕСИНЕ**

Опенок летний, являющийся дереворазрушающим грибом, относится к числу перспективных видов для культивирования на древесине в нашей стране. Наиболее пригодна для этой цели древесина мягколиственных пород, и в первую очередь березы, широко распространенной в наших лесах. Ее древесина после рубки дерева содержит достаточное количество влаги, а плотная кора в виде бересты предохраняет ее от преждевременного засыхания. С успехом можно также использовать ольху черную и другие породы.

Опенок летний можно культивировать на древесине непосредственно в лесу, а также в теплицах, подвалах, на огороде. Исходным субстратом могут служить пни свежесрубленных деревьев, кругляки длиной 25 см, вырезанные из ствола, дрова, сучья и отходы лесопильного производства. Заготовку материала лучше производить из свежесрубленных деревьев. При вырезке кругляка и подборе пней следует обращать внимание на наличие в древесине сердцевинной гнили или ложного ядра, характеризующихся более темной окраской, так как возбудители некоторых гнилей древесины могут подавлять развитие культивируемого гриба.

Очень перспективным является выращивание опенка летнего на специально заготовленных чурках длиной 25 см. Заготовку

материала лучше производить из стволов свежесрубленных деревьев весной или осенью. Известно, что влажность свежесрубленной древесины березы изменяется в пределах 60—80% и является вполне благоприятной для роста гриба. Успешность выращивания опенка летнего на древесине во многом зависит от способа инокуляции субстрата. Во всех случаях необходимым условием является то, чтобы жизнедеятельный мицелий из прививочного материала мог в короткий срок перейти на естественный субстрат и быстро его освоить.

Проверка различных способов инокуляции кругляков прививочной пастой показала, что надежным способом является внесение прививочной пасты в отверстия на торцевой и боковой поверхностях субстрата. В этом случае мицелий легко приживается в древесине и начинает быстро распространяться вдоль волокон. В настоящее время в Японии сконструирован автомат, который просверливает отверстия в древесине и одновременно вносит в нее мицелий дереворазрушающего гриба синтаке.

Хорошие результаты были получены при нанесении прививочной пасты слоем толщиной 1—1,5 см на торцевые поверхности кругляков. Для уменьшения расхода пасты и снижения ее подсыхания кругляки устанавливали друг на друга в вертикальном положении. При таком расположении кругляков обеспечивался хороший контакт мицелия и древесины и один слой пасты служил одновременно для инокуляции двух кругляков.

Наблюдения показали, что мицелий опенка летнего за 2 месяца проникает с торцов на глубину до 10 см. Однако следует отметить, что распространение мицелия в неповрежденной древесине кругляков в первые месяцы происходит не совсем интенсивно, так как данный гриб не является сильным разрушителем древесины и не способен за короткий период «подготовить» субстрат для своего развития. Инокулированные мицелием гриба кругляки березы располагают в специальном помещении в виде вертикальных пирамид. При таком расположении отрубков мицелий быстро переходит на древесину и распространяется в ней. В помещении необходимо поддерживать температуру воздуха в пределах 15—20°С и осуществлять периодическое проветривание. Освещенность в этот период развития гриба может быть минимальной. Инокулированный материал выдерживают в выростном помещении 3—4 месяца, после чего выставляют для образования плодовых тел гриба. Кругляки древесины, пронизанные мицелием гриба, можно помещать в теплицу, под навес или под полог леса.

Важнейшим этапом в выращивании грибов на древесине после инокуляции исходного субстрата мицелием является поддержание необходимых условий для развития и формирования плодовых тел. Особое значение в этом отношении имеют экологические условия окружающей среды.

Наблюдения, проведенные в лаборатории на образцах древесины березы и ели, инокулированных чистой культурой опенка летнего, показали, что формирование плодовых тел начинается примерно

через 3—4 месяца после инокуляции. На березовых образцах наблюдалось более раннее образование плодоносцев, которые имели хорошо развитую шляпку и ножку и были окрашены в светло-коричневый цвет. Однако развитие плодовых тел в условиях слабой аэрации происходило медленно. Они достигали товарных размеров



Рис. 50. Плодовые тела опенка летнего, выросшие на березовом кругляке.

примерно через 20—25 дней с начала их роста. На аналогичных образцах ели зачатки плодовых тел появились через 4 месяца после их инокуляции. Плодовые тела гриба на древесине ели слабо развивались и, не достигая товарных размеров, постепенно засыхали.

Были поставлены опыты на кругляках березы и ели. Их инокулировали с торцов чистой культурой гриба и каждый помещали в глиняный горшок на 5 л, заполненный лесной землей. Горшки с инокулированными кругляками древесины выдерживали в лаборатории. Землю в горшках периодически увлажняли. Наблюдения показали, что на березовых кругляках первые плодовые тела опенка летнего появились через 6—7 месяцев после инокуляции (рис. 50). На торцевой и боковой поверхностях березовых кругляков закладывалось большое количество зачатков плодовых тел гриба (свыше 100 на одном отрубке). Однако многие плодовые тела росли слабо и усыхали. У наиболее развитых плодовых тел рост заканчивался за 2-недельный период. На еловых кругляках рост опенка летнего происходил более медленно. Первые плодовые тела появились через 9 месяцев после закладки опыта.

На развитие мицелия и формирование плодовых тел опенка летнего большое влияние оказывают абсолютная влажность древеси-

ны и температура окружающей среды. На древесине, имеющей влажность ниже 40%, наблюдалось замедление ростовых процессов гриба, особенно в первые 2 месяца. Оптимальные условия влажности для роста гриба на березовой древесине находятся в пределах 50—80%. При такой насыщенности древесины влагой возникают благоприятные соотношения в полостях клеток между содержанием влаги и воздуха. Высокое содержание воды в древесине угнетает рост мицелия и замедляет образование плодовых тел опенка летнего.

Температура окружающей среды оказывает ведущее влияние на прорастание спор, рост и развитие вегетативного мицелия и формирование плодовых тел. Ростовые процессы гриба могут происходить при температуре от 3 до 30° С. Проведенные наблюдения показали, что наиболее быстрый рост мицелия происходит при температуре 22—25° С. При температуре свыше 28° С наблюдается сильное ингибирование ростовых процессов, в то время как более низкие температуры (в пределах 10—20° С) незначительно снижают скорость роста мицелия. Мицелий опенка летнего, расположенный в толще древесины, защищенной от резких изменений погодных условий, может развиваться и при более низких температурах воздуха. Однако в период формирования плодовых тел желательно поддерживать температуру, близкую к оптимальной.

Исследованиями установлено, что вегетативный рост мицелия опенка летнего может происходить в темноте или в условиях очень слабого освещения, в то время как для роста плодовых тел гриба требуется определенное количество света. Наиболее интенсивный рост плодовых тел наблюдается при дневном рассеянном свете. Прямой солнечный свет в определенной степени задерживает формирование крупных плодовых тел, но придает им более интенсивную окраску. При недостатке света плодовые тела, как правило, имеют длинную тонкую ножку и небольшие шляпки, характеризующиеся более бледной окраской.

Сочетание оптимальных экологических условий среды при искусственном выращивании опенка летнего на древесине обеспечивает получение устойчивых и высоких урожаев плодовых тел культивируемого гриба.

## **КУЛЬТИВИРОВАНИЕ НА ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДАХ**

Применение различных древесных отходов при выращивании опенка летнего имеет важное значение не только в деле рационального использования лесорастительных ресурсов, но также и в снижении себестоимости культивируемого гриба. В условиях лесного хозяйства для этой цели в первую очередь необходимо использовать пни свежесрубленных лиственных пород. Особого внимания заслуживают средневозрастные чистые березовые или смешанные насаждения, в которых проводятся рубки ухода. Способы заражения пней и другие вопросы, связанные с выращиванием опенка летнего на пнях, будут рассмотрены в следующем разделе.



Весьма перспективным является апробирование методов культивирования опенка на пнях хвойных пород. В этом отношении нами были поставлены опыты по заражению еловых пней чистой культурой гриба, которые дали положительные результаты.

Наряду с пнями целесообразно использовать лесосечные отходы лиственных пород. Тонкие стволы, ветви березы, ольхи разрезают на части длиной 10—20 см и укладывают в ящики. Стволы диаметром свыше 5 см раскалывают на две половины. В ящики засыпают одновременно увлажненные опилки или стружку, обильно смоченные водой. Стерилизацию подготовленной смеси производят путем поливки кипятком или обработкой текучим паром. Для инокуляции ящиков используют прививочную пасту или мелкие кусочки древесины, пронизанные мицелием, которые закладывают на глубину 5—7 см и засыпают опилками. Инокулированный материал выдерживают в помещении при температуре 15—20° С. Особое внимание обращают на поддержание оптимальной влажности смеси в ящиках. Во избежание подсыхания их сверху покрывают полиэтиленовой пленкой и периодически увлажняют. После того как мицелий образует на поверхности веточек белый налет или пронижет отдельные кусочки древесины, смесь зарывают в землю на глубину до 20—25 см. Мицелий гриба хорошо развивается под землей и уже на следующий год в этих местах появляются первые плодовые тела. Они вырастают пучками непосредственно на земле в местах заделки лесосечных отходов и дают хорошие урожаи в течение нескольких лет.

Большой интерес представляет культивирование опенка летнего на отходах лесопильного производства — опилках. В своих опытах мы использовали березовые опилки. Для приготовления питательных сред их очищали от посторонних примесей и более крупных частиц и засыпали в конические колбы. Влажность опилок доводили до 80—100%. Колбы с опилками подвергали дробной стерилизации в автоклаве под давлением 0,5 атм. После охлаждения их инокулировали чистой культурой гриба.

Опенки летний довольно медленно рос на опилках, смоченных водопроводной водой; на поверхности среды формировался рыхлый беловато-кремовый мицелий. Для усиления ростовых процессов к березовым опилкам добавляли различные питательные вещества: пептон, солод, пивное сусло, барду, овсяную муку, сливовый отвар, свеклу, картофельную мезгу, клюквенный порошок и др. Внесение дополнительных питательных веществ в опилки приводило к ускорению ростовых процессов и более раннему образованию плодовых тел гриба. Хорошими стимуляторами роста опенка оказались синтетическая среда Торева, представляющая собой смесь из многих минеральных веществ, пивное сусло, клюквенный порошок, свекла и картофельная мезга. На средах с добавками этих веществ наблюдалось интенсивное разрастание мицелия, который распространялся не только по поверхности, но и проникал в глубь субстрата. На опилках, обильно смоченных синтетической средой

Торева, через 2—3 месяца после инокуляции начали формироваться первые плодовые тела гриба, которые ввиду слабого газообмена в колбах достигали небольших размеров. Примерно за этот же период начали появляться первые плодовые тела на опилках с добавкой свеклы.

Массовое выращивание опенка летнего на древесных опилках можно производить в деревянных ящиках размером 50 × 50 см и



Рис. 51. Плодовые тела опенка летнего, выросшие на смеси из березовых опилок и лесной земли.

высотой 10—15 см. В них засыпают опилки, на  $\frac{1}{3}$  перемешанные со стружкой. Добавление древесной стружки обеспечивает более благоприятный воздушно-влажностный режим и препятствует быстрому уплотнению и слеживанию опилок. Приготовленную смесь увлажняют синтетической средой Торева и смешивают с лесной землей (рис. 51).

Стерилизацию субстрата производят в автоклаве под давлением или сухим паром до прогревания внутренних слоев опилок. Возможна также многократная поливка субстрата кипятком. В процессе такой обработки опилки хорошо увлажняются и имеют необходимую влажность для роста мицелия гриба. После охлаждения производят инокуляцию субстрата прививочным материалом. Наиболее удобна для этой цели древесная стружка, пронизанная

мицелием опенка летнего. Ее вносят равномерным слоем на глубину 4—6 см. Для инокуляции опилок может быть использован мицелий, выращенный в колбах на 6%-ном пивном сусле на биологической качалке. В этом случае он представлен мелкими округлыми шариками и каждый из них может быть началом роста грибницы в субстрате. Ящики покрывают сверху полиэтиленовой пленкой или бумагой и располагают на стеллажах в специальном помещении. Спустя 2—3 месяца ящики переносят под навес или в теплицу для формирования плодовых тел и получения урожая. В любительских целях выращивание опенка летнего на опилках можно производить в домашних условиях в стеклянных банках.

В ряде стран Западной Европы выращивание съедобных грибов производят в блоках, заключенных в полиэтиленовые мешки. Субстрат в мешках густо пронизывается грибным мицелием и превращается в брикеты, которые затем выставляют для образования плодовых тел. Брикетный метод пригоден также для выращивания опенка летнего на древесных опилках и отходах гидролизных предприятий. Он может найти широкое применение в специализированных хозяйствах.

## КУЛЬТИВИРОВАНИЕ В ЛЕСУ И ТЕПЛИЦАХ

При отсутствии специализированных хозяйств выращивание опенка летнего наиболее целесообразно проводить плантационным методом в лесных условиях. Наиболее подходящими для этой цели являются средневозрастные или приходящие березняки или смешанные лиственные насаждения, произрастающие в сытневом, крапивном или кисличном типах леса. Эти леса характеризуются достаточным увлажнением почвы и благоприятными микроклиматическими условиями для культивирования гриба, а также высокой продуктивностью произрастающих в них древостоев. В отведенных участках леса проводят рубки ухода, полноту насаждения снижают до 0,7 и при последующих рубках доводят до 0,5. Плантационные участки нужно располагать на относительно ровных местах или на небольших склонах, обращенных на восток.

Пни свежесрубленных деревьев сразу же после рубки подвергают инокуляции специально приготовленной прививочной пастой. Рубку деревьев и инокуляцию пней можно производить в течение всего вегетационного периода, но необходимо избегать жаркой и сухой погоды. Лучшим временем для такой работы следует считать весенний и осенний периоды. Для предупреждения подсыхания субстрата инокулированные пни дополнительно укрывают еловым лапником, мхом или дерном, расположенным травой вниз. Прививочный материал лучше вносить в отверстия диаметром 2—3 см, просверленные с помощью бензопилы «Дружба», глубиной до 5—6 см. Инокуляцию пней можно осуществлять также путем прибивки небольших дощечек, пронизанных мицелием культивируемого гриба, к верхней поверхности пней. В этом случае обеспечиваются хороший

контакт между древесиной пня и мицелием гриба и быстрый переход его в пеня.

Мицелий гриба быстрее распространяется вдоль волокон древесины, чем в поперечном направлении. Скорость роста гриба зависит от многих факторов, в том числе и от погодных условий. Часто одной из причин медленного роста опенка летнего может быть высокая влажность древесины пней. Об интенсивности ростовых процессов гриба в некоторой степени можно судить по изменению окраски древесины. На поверхности пней появляются зоны, охваченные мицелием гриба и имеющие несколько иную окраску по сравнению со здоровой древесиной.

Первые плодоношения опенка летнего на березовых пнях обычно появляются через 2 года после их инокуляции. На верхней и боковой поверхностях пня вначале формируются мелкие белые подушечки или узелки мицелия, расположенные группами. При благоприятных погодных условиях плодовые тела гриба достигают товарных размеров за 10—12 дней. Величина плодовых тел и общая урожайность гриба зависят не только от условий роста, но также и от расовой принадлежности гриба. При массовом культивировании опенка летнего обращают большое внимание на подбор наиболее продуктивных штаммов гриба. Плодоношение гриба на пнях средних размеров (20—30 см) может происходить ежегодно в течение 7—8 лет. На крупных пнях гриб плодоносит более длительный период. Первое плодоношение гриба обычно не является обильным. Последующие урожаи возрастают примерно в 3—4 раза по сравнению с первым. К концу плодоношения урожайность опенка летнего постепенно снижается. При благоприятных погодных условиях в вегетационный период может наблюдаться два урожая: летний и осенний. В среднем с одного пня диаметром от 20 до 30 см за год можно собрать не менее 300 г свежих плодовых тел. При наличии на 1 га плантационного участка около 200 инокулированных пней можно ежегодно получать урожай плодовых тел опенка летнего не менее 50 кг (по сырой массе). Для получения высоких и устойчивых урожаев необходимо в летний период производить покрытие пней.

Плантационные участки можно также использовать для выставления в них инокулированных кругляков древесины, которые закапывают в землю на половину их высоты или укладывают горизонтально в неглубокие траншеи, после чего засыпают землей. Следует обращать внимание на то, чтобы не происходило высыхания древесины. При отсутствии хорошо развитого подроста на участке инокулированные кругляки желательно дополнительно укрывать от солнечных лучей и ветра. Инокулированный материал можно также выставлять на лесосеках 3—5-летней давности, на которых появилось обильное возобновление лиственных пород. При этом следует избегать открытых участков или склонов, подверженных прямому воздействию солнечных лучей и ветра. В необходимых случаях устраивают дополнительную защиту инокулированного

материала в виде легких шалашей или покрытия мхом либо еловым лапником.

Первое плодоношение опенка летнего на инокулированной древесине может появиться через 3—4 месяца, если она была выставлена в насаждение весной. При установке инокулированных кругляков в летние и осенние месяцы первый урожай гриба на них можно ожидать на следующий год. Обычно периодичность и сроки плодоношения опенка летнего на пнях и кругляках в естественных условиях совпадают во времени.

Как указывалось выше, культивирование опенка летнего в лесных условиях возможно также и на лесосечных отходах лиственных пород (тонкие стволы, ветви). Инокулированные ветви, обросшие мицелием гриба, в виде небольших пучков диаметром 10—20 см зарывают в землю на глубину до 20—25 см и сверху укрывают дерном. Наиболее пригодны для этой цели небольшие полянки или лесные опушки, защищенные от солнца и ветра.

Выращивание опенка летнего в лесу не представляет опасности для растущих деревьев, так как этот гриб не способен паразитировать на живых деревьях хвойных и лиственных пород. Опыты по искусственному заражению деревьев разными методами не дали положительных результатов. Во всех случаях не наблюдалось развития мицелия опенка летнего на древесине растущих деревьев. Культивирование опенка летнего в лесу на пнях свежесрубленных деревьев и лесосечных отходах кроме получения дополнительной продукции имеет также биологическое значение. Пни, зараженные грибом, подвергаются биологическому разрушению, ускоряются процессы разложения отмерших остатков в лесу, продукты деглификации активнее вовлекаются в круговорот веществ в природе.

Весьма заманчивым является получение урожаев опенка летнего в ранневесенние или зимние месяцы, когда в естественных условиях грибы не плодоносят. Для этой цели могут быть использованы типовые теплицы или полуподвальные отапливаемые помещения. Инокулированный материал в виде кругляков так же, как и в лесных условиях, закапывают в землю на глубину 10—15 см. Для удобства в работе кругляки располагают на грядах рядами. Расстояние между рядами составляет 1 м, а в ряду между отдельными отрезками ствола — 0,5 м. Если толщина отрезков свыше 25 см, то их можно расколоть на две половины. В этом случае полученные пластины лучше размещать на грядах горизонтально, закапывая их на глубину до 10 см. Неокоренную часть пластины нужно располагать сверху. Это будет препятствовать быстрому высыханию древесины.

Выращивание опенка летнего в условиях отапливаемых помещений можно производить также на опилках в ящиках или полиэтиленовых мешках. Опилки, пропитанные питательным раствором, помещают в полиэтиленовые мешки и инокулируют маточной культурой гриба. В течение 2—3 месяцев мицелий пронизывает опилки и превращает их в своеобразные брикеты. Из мешков их вынимают и

выкладывают в виде поленницы высотой до 1—2 м. Температуру в помещении необходимо поддерживать в пределах 15—18° С, относительную влажность воздуха — 80—95%. Для лучшей вентиляции воздуха между отдельными брикетами делают небольшие разрывы, обеспечивающие свободную циркуляцию воздуха. Периодически рекомендуется производить орошение брикетов водой. В зависимости от времени выставления инокулированного материала плодоношение гриба наблюдается в марте — апреле. В условиях тепличного хозяйства можно получать высокие урожаи опенка летнего.

## ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ОПЕНКА ЛЕТНЕГО

В плодовых телах опенка летнего содержатся различные органические соединения, минеральные соли и биологически активные вещества. Отдельные соединения придают грибам характерный

Таблица 16

Содержание питательных веществ в плодовых телах опенка летнего

Показатель	Условия роста гриба			
	лес	лаборатория	подвальное помещение	вегетационный домик
Сухое вещество, %	7,3	9,4	8,2	8,0
Зола, %	6,5	7,6	7,0	7,3
Экстрагируемые вещества, % к сухой массе	57,8	54,2	50,2	50,0
Общее содержание белка, % к сухой массе				
в шляпке	19,3	16,3	17,4	22,6
в ножке	12,6	12,4	13,5	14,4
Углеводы, % к сухой массе	6,2	5,6	3,8	5,6
Жиры, % к сухой массе				
в шляпке	13,7	11,7	12,4	10,0
в ножке	9,6	6,1	7,3	8,0

аромат и своеобразный вкус. Естественно, что при искусственном культивировании ставится задача получать плодовые тела опенка летнего, не уступающие по пищевой ценности грибам, выросшим в естественных условиях. При проведении соответствующей селекционной работы можно вывести штаммы, обладающие повышенным содержанием в плодовых телах наиболее ценных питательных веществ.

Как видно из табл. 16, содержание сухого вещества в плодовых телах, выращенных искусственно на древесине, несколько выше, чем в грибах, собранных в лесных условиях. Условия культивирования опенка летнего оказывают некоторое влияние на содержание

сухого вещества в плодовых телах. Более высокое накопление сухого вещества в плодовых телах отмечено в условиях лаборатории. По содержанию минеральных веществ, характеризующихся зольным остатком, плодовые тела, сформировавшиеся в различных условиях, отличаются незначительно. Количество золы в них колеблется от 6,5 до 7,6% на сухое вещество.

Опенки летний характеризуется большим содержанием веществ, экстрагируемых горячей водой. Наибольшее количество этих веществ (57,8%) отмечено в плодовых телах, собранных в лесу. При росте гриба в лаборатории содержание экстрагируемых веществ снижается на 3—4%. Наименьшее количество этих веществ синтезируется в условиях слабой освещенности (подвальное помещение).

Из органических соединений плодовые тела опенки летнего наиболее богаты белковыми веществами. В шляпках их содержится от 16 до 23%. Ножки плодовых тел менее ценны в этом отношении. По количеству углеводов опенок летний занимает среднее положение среди распространенных съедобных шляпочных грибов (Буковский, 1956). Более высокое содержание углеводов отмечено в плодовых телах, выросших в естественной обстановке в лесу. Несколько меньше их (на 0,4—0,5%) накапливается в плодовых телах при культивировании гриба в лаборатории и вегетационном домике.

Количество жировых веществ в плодовых телах опенки изменяется в пределах 6—14%. Шляпки содержат жира на 2—5% больше по сравнению с ножками. При искусственном культивировании гриба на древесине формируются плодовые тела, обладающие меньшим содержанием жировых веществ. Проведенные исследования показывают, что опенок летний, культивируемый на древесине, по пищевой ценности не уступает грибам, выросшим в естественных условиях.

Изменяя условия культивирования гриба — температуру, влажность, тип субстрата и другие факторы роста, можно добиться повышения не только урожайности, но и его пищевой ценности.

## КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МИЦЕЛИЯ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ НА ЖИДКИХ СРЕДАХ

### ОСНОВНЫЕ ИТОГИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИЦЕЛИЯ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ

Возможность получать съедобные грибы, в том числе не плодоносящие в культуре, в любое время года и в необходимом количестве может быть реализована путем выращивания мицелия, сохраняющего питательные и кулинарные свойства плодовых тел. Культивирование грибов мицелиальных грибов на жидких средах начиная с 50-х годов нашего столетия широко используется как в промышленности при производстве антибиотиков, ферментов и т. п., так и в практике лабораторных исследований для изучения их физиологии и биохимии.

Первые исследования по выращиванию мицелия съедобных грибов на жидких средах для пищевых целей также относятся к 50-м годам. Круг объектов культивирования вначале был очень ограничен и сводился в основном к видам сморчков. Целый ряд работ, появившихся в то время по глубинному культивированию шампиньона (Humfeld, 1948, 1954; Humfeld, Sugihara, 1949, 1952; Reusser, Spenser, 1958; Moustafa, 1960), не могут быть приняты во внимание, так как впоследствии было установлено (Molitoris, 1962), что вместо штаммов *Agaricus campestris* Fr. культивировался несовершенный гифальный гриб из рода *Beauveria*, который ошибочно считался мутантом, возникшим под воздействием глубинных условий культивирования. Не удивительно, что все авторы отмечали отсутствие у этих штаммов «шампиньона» грибного аромата.

Уже в первых американских патентах (Szuecz, 1956; Szuecs, Jonkers, 1958) указывалось на возможность культивирования в глубинных условиях некоторых съедобных грибов, в том числе вешенки обыкновенной — *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm., лисички — *Cantharellus cibarius* Fr., трихоломписца — *Tricholomopsis* sp. и других, хотя никаких данных о росте этих грибов не приводилось. И. Штарка (Stárka, 1955) сообщает о культивировании на качалке 25 штаммов высших безидеомитетов, среди которых имеются и съедобные: трутовик чешуйчатый — *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr., вешенка обыкновенная, клитоцибе серый — *Clitocybe nebularis* (Fr.) Kumm., навозник хохлатый — *Coprinus comatus* (Fr.) S. F. Gray и др. М. У. Дженнисон и М. Б. Ньюком (Jennison, Newcomb, 1955), изучая физиологию роста мицелия дереворазрушающих грибов в глубинной культуре, устанавливают ряд факторов, способствующих росту мицелия таких съедобных грибов, как опенок (*Armilla-*



riella mellea (Fr.) Karst.), трутовик серно-желтый (*Polyporus sulphureus* (Bull.) Fr.), лентинусы чешуйчатый и тигровый (*Lentinus lepideus* Fr., *Panus tigrinus* (Bull. ex Fr.) Sing.) и др. Уже в самых первых работах отмечалось, что мицелий съедобных грибов гораздо лучше растет на органических субстратах, особенно содержащих органические источники азота. В качестве питательной среды использовали промышленные отходы — фруктовые соки и воды, молочную сыворотку, кукурузные отходы, тыквенный экстракт, сульфитные щелока и т. д. Сообщалось (Sugihara, Humfeld, 1954) о хорошем росте в глубинной культуре с образованием 40—50% сухого мицелия в пересчете на потребленный сахар таких грибов, как опенок, навозник хохлатый, вешенка обыкновенная, рядовка фиолетовая — *Tricholoma nudum* (Fr.) Sck, различные виды гриба-зонтика (*Macrolepiota*), сморчков (*Morchella*).

Б. Л. Эдди (Eddy, 1958) приводит целый ряд видов съедобных грибов — *Armillariella mellea*, *Coprinus comatus*, *Lepiota naucina* (Fr.) Kumm., *Macrolepiota procera* (Fr. ex Scop.) Sing., *M. rhacodes* (Vitt.) Sing., *Pleurotus ostreatus*, *Tricholoma nudum*, виды *Morchella*, которые образовывали в глубинной культуре более 20 г/л сухого мицелия. Максимальное образование мицелия в глубинной культуре отмечено (Chen You-mae e. a., 1963) у *Boletus* sp. и *Macrolepiota procera* через 24 ч, причем выход мицелия составил 45—50% использованного сахара. У *Morchella esculenta* Pers. и *Pleurotus ostreatus* максимальное образование биомассы происходило через 96 ч.

Исследуя в глубинной культуре съедобные грибы Финляндии, М. Л. Хатула и Г. Д. Гилленберг (Hattula, Gyllenberg, 1969 а) среди перспективных видов указывают *Cantharellus cibarius*, *Hygrophopsis aurantiaca* (Wulf. ex Fr.) R. Mre, *Suillus bovinus* (Fr.) Kuntz., *S. luteus* (Fr.) S. F. Gray, *S. variegatus* (Fr.) Kuntz., *S. grevillei* (Klotzsch.) Sing., *Leccinum testaceoscabrum* (Sacc.) Sing., *Armillariella mellea*, *Lyophyllum lorycatum* Fr., *Kühneromyces mutabilis* (Schaeff. ex Fr.) Sing. et A. H. Smith, *Cortinarius hemitrichus* (Pers. ex Fr.) Fr. Наиболее высок коэффициент использования сахара (57 г сухого мицелия на 100 г потребленного сахара) у *Cortinarius hemitrichus*; наиболее высоко содержание белка в мицелии (49,7%) у *Kühneromyces mutabilis*. Культуральный мицелий масленка — *Suillus luteus*, полученный глубинно, авторы рекомендуют в качестве хорошей пищевой добавки, богатой водорастворимыми витаминами и белком. Ленинградские исследователи (Фалина, Андреева, 1965; Фалина и др., 1965) считают одним из наиболее перспективных видов рядовку буро-желтую — *Tricholoma fulvum* (Fr.) Sacc. Выход сухого мицелия на среде с картофельной мезгой у этого гриба составлял 14—16 г/л, содержание сырого протеина — до 40%, перевариваемость азотистых веществ мицелия через 48 ч — 85%.

В литературе имеются значительные расхождения относительно роста отдельных грибов, что можно объяснить различными условиями их культивирования, а также, возможно, штаммовыми различиями испытанных культур. Большинство исследователей отмечает

## Рост базидиомицетов при глубинном культивировании

Вид гриба	Сухой мицелий, г/л	рН среды		Примечание
		в начале опыта	в конце опыта	
<i>Agaricus arvensis</i> Fr.	19,8	6,0	5,0	Хламидоспоры
<i>A. arvensis</i> Fr. var. <i>silvicola</i> Vitt.	20,9	6,0	5,0	»
<i>A. bisporus</i> (J. Lge) Jmbach.	18,9	6,0	5,0	»
<i>A. hortensis</i> (Cke) Pil.	12,0	6,0	5,0	»
<i>A. silvaticus</i> Secr.	11,0	6,0	5,0	»
<i>Clitocybe nebularis</i> (Fr.) Kumm.	2,1	6,0	5,0	Пряжки, эндо- генные конидии
<i>Clitopilus prunulus</i> (Fr.) Kumm.	17,0	6,0	5,5	—
<i>Coprinus comatus</i> (Fr.) S. F. Gray	24,9	6,0	5,5	—
<i>C. ephemerus</i> (Fr.) Fr.	14,7	6,0	5,6	Пряжки, хлами- доспоры, оидии
<i>C. micaceus</i> (Bull. ex Fr.) Fr.	17,5	6,0	5,5	—
<i>Flammulina velutipes</i> (Fr.) Sing.	27,0	9,0	—	Пряжки, оидии
<i>Kühneromyces mutabilis</i> (Schaeff. ex Fr.) Sing. et A. H. Smith.	8,7	6,0	5,0	Пряжки
<i>Lactarius helvus</i> Fr.	28,0	6,0	5,0	—
<i>Lepista luscina</i> (Fr.) Sing.	6,8	6,0	5,0	Пряжки
<i>L. nuda</i> (Fr.) W. L. Smith.	5,6	8,0	5,0	Пряжки, хла- мидоспоры
<i>Lyophyllum ulmarium</i> (Bull. ex Fr.) Kuehn.	9,1	8,0	7,0	То же
<i>Marasmius oreades</i> Fr.	4,6	8,0	5,5	Пряжки
<i>M. scorodonius</i> Fr.	11,6	6,0	5,0	»
<i>Oudemansiella radicata</i> (Fr.) Sing.	2,8	8,0	5,0	Пряжки
<i>Panus tigrinus</i> Fr.	17,1	6,0	6,0	Пряжки, оидии
<i>Pholiota adiposa</i> (Fr.) Kumm.	17,1	6,0	6,0	Пряжки, кони- дии
<i>Ph. aurivella</i> (Fr.) Kumm.	12,0	6,0	5,0	То же
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Fr.) Kumm.	24,8	6,0	6,0	Пряжки
<i>Russula grisea</i> Gill.	18,1	6,0	5,0	—
<i>R. decolorans</i> (Fr.) Fr.	21,2	6,0	5,0	Эндогенные ко- нидии
<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	8,8	6,5	6,0	Пряжки
<i>Suillus granulatus</i> (Fr.) Kuntz.	8,6	6,0	5,0	—
<i>S. bovinus</i> (Fr.) Kuntz.	17,5	6,0	5,0	—

## GASTEROMYCETES

<i>Calvatia caelata</i> (Bull.) Morg.	13,0	6,0	2,0	Хламидоспоры
<i>C. excipuliformis</i> (Pers.) Perd.	16,4	8,0	5,0	»
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	12,8	6,0	5,0	»
<i>L. pyriforme</i> Pers.	20,7	6,0	5,0	Эндогенные конидии
<i>Lycoperdon</i> sp.	16,3	6,0	5,0	Оидии, хлами- доспоры
<i>Phallus impudicus</i> Fr.	14,9	6,0	5,0	—

Вид гриба	Сухой мицелий г/л	рН среды		Примечание
		в начале опыта	в конце опыта	
Порядок APHYLLOPHORALES				
Fistulina hepatica (Fr.) Fr.	18,5	5,0	5,0	Хламидоспоры
Gloeophyllum sepiarium (Fr.) Karst.	11,2	6,0	5,0	Оидии, пряжки
Laetiporus sulphureus (Fr.) Bond. et Sing.	14,1	6,0	5,0	Конидии
Sparassis cirspa Fr.	21,3	5,0	5,0	Пряжки, конидии

значительное ускорение роста мицелия в условиях глубинной культуры по сравнению с поверхностной. Хотя В. Шашек и В. Мусилек (Šasek, Musilek, 1967), изучая рост 17 видов базидиомицетов из родов *Clitopilus*, *Lactarius*, *Rhizopogon*, *Russula*, *Scleroderma*, *Suillus*, *Tricholoma*, *Xerocomus*, образующих микоризу с *Pinus*, не наблюдали разницы в скорости роста этих грибов при глубинном и поверхностном способах выращивания.

Нами были изучены в глубинной культуре съедобные агарикальные, гастеромицетальные и афиллофоральные грибы (Бухало, 1973а). Из агарикальных особенно хорошо росли и на 5-е сутки образовывали биомассу от 15 до 27 г/л сухого мицелия грибы родов *Agaricus*, *Coprinus*, *Russula*, а также *Lactarius helvus*, *Clitopilus prunulus*, *Pleurotus ostreatus*, *Flammulina velutipes*, *Panus tigrinus*, *Pholiota adiposa*, *Suillus bovinus* (табл. 17). Среди агарикальных грибов, обнаруживших хороший рост в глубинной культуре, имеются микоризообразователи, почвенные и подстилочные сапрофиты, дереворазрушающие. Все испытанные виды гастеромицетов, относящиеся к родам *Calvatia*, *Lycoperdon*, *Phallus*, обнаружили очень хороший рост, культуральный мицелий обладал приятным грибным ароматом. Из афиллофоральных особый интерес представляет съедобный гриб *Sparassis crispa*, образовывавший значительную биомассу с сильным грибным ароматом. Очень хорошо росли также съедобные афиллофоральные грибы *Fistulina hepatica*, *Laetiporus sulphureus*.

К сожалению, ни один из исследователей, выращивающих мицелий съедобных грибов, не приводит удельную ( $\mu$ ) или максимальную ( $\mu_{\max}$ ) скорости его роста. Однако на основании литературных данных (Solomons, 1975) можно подсчитать время удвоения  $gt = 2,6$  ч и  $\mu_{\max} = 0,26$  ч<sup>-1</sup>. Такая скорость роста мицелия является удовлетворительной. В ряде работ сообщается о слишком большом урожае мицелия в пересчете на вносимый в питательную среду сахар. Этот факт может быть объяснен тем, что гриб помимо сахара потребляет из среды и другие содержащиеся в ней источники углерода, как, например, пептон, аминокислоты и др. Установлено, что грибы

не теряют способности к плодоношению, если в качестве посевного материала используется мицелий, выращенный глубинно (Торев, Запryanов, 1973). Ф. Задражил (Zadrazil, 1976) предлагает интересную схему использования глубинного мицелия для выращивания плодовых тел на лигнино-целлюлозных отходах.

## **ПОЛУЧЕНИЕ ЧИСТОЙ МИЦЕЛИАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ**

На жидких средах выращивают микробиологически чистые мицелиальные культуры, предварительно выделенные из плодовых тел, спор съедобных грибов или субстрата, пронизанного мицелием гриба. Выделение чистой мицелиальной культуры и ее идентификация — важный этап, гарантирующий успех всей дальнейшей работы по культивированию мицелия.

Чистые культуры базидиомицетов могут быть выделены из плодовых тел, базидиоспор (путем их проращивания), из корней микоризообразующих растений или же из почвы, древесины и других субстратов, являющихся средой обитания этих грибов. Наиболее простым и удобным способом получения желаемых культур высших базидиальных грибов является выделение культур из плодовых тел или базидиоспор, если последние легко прорастают. Выделение культур из субстрата или микоризных окончаний корней, применяющееся для специальных исследований, малоэффективно, и идентификация полученных культур представляет большие трудности.

**Выделение чистых культур из плодовых тел.** При выращивании мицелия съедобных грибов на жидких средах обычно преследуется цель получения штаммов, характеризующихся быстрым и обильным ростом мицелия с высоким содержанием белка, независимо от качества плодоношения этих штаммов. В этом случае поиск продуцентов, как правило, ведется в природе. В случае же, если целью выращивания является получение регенеративного (посевного) мицелия для производства плодовых тел, необходимо проводить выделение чистой мицелиальной культуры из плодовых тел отселекционированных культивируемых рас, выращиваемых в теплицах.

В природе сбор плодовых тел лучше проводить в сухую погоду в период их массового появления. Следует выбирать молодые неповрежденные плодовые тела, так как они меньше инфицированы микроорганизмами. Хранить плодовые тела можно в течение 2—3 недель в холодильнике в полиэтиленовых мешочках.

**Обработка плодовых тел.** Плодовое тело следует осторожно очистить от прилипших растительных остатков, соскоблить почву с ножки, промыть в проточной и стерильной воде и положить на фильтровальную бумагу, чтобы оно просохло. Промывать плодовые тела нужно быстро, чтобы они не напитались водой. Плодовое тело можно простерилизовать, обтирая 96-градусным спиртом или погружая на несколько секунд в 1%-ный раствор сулемы, 3%-ный раствор перекиси водорода, раствор формалина (1 : 300); в по-

следнем случае плодовое тело следует тщательно отмыть в воде и дать обсохнуть. Плодовое тело можно также быстро обжечь над пламенем горелки.

**Выделение инокулюма.** Предварительно обработанное одним из описанных выше способов плодовое тело разламывают и кусочек ткани из середины переносят стерильным скальпелем, ланцетом или копьём на питательную среду. Ни в коем случае нельзя обжигать инокулюм в пламени горелки! Выделение культуры производят из разных частей плодового тела — шляпки, ножки, места перехода шляпки в ножку, гимениального слоя. При выборе участка ткани нужно исходить из размеров и строения плодового тела. Лучше использовать самую толстую его часть. Для болевательных грибов особенно рекомендуется основание ножки<sup>1</sup>. У грибов с мелкими и тонкими плодовыми телами культуру можно выделить путем посева кусочков из мелко нарезанных ножек или пластинок. Выделение культуры из гимениального слоя лучше проводить, когда плодовое тело молодое и шляпка не развернута или затянута снизу покрывалом; у болевательных грибов — пока трубочки гименофора еще закрыты. Целесообразнее отбирать внутренние, стерильные части грибной ткани. Выделение культуры идет более успешно, если брать крупные кусочки (0,5—1,5 см в диаметре).

Части плодового тела помещают на питательную среду в чашки Петри, чашечки для тканевых культур или пробирки. Расход среды при посеве на чашки для тканевых культур (диаметр 4—5 см) незначителен, в каждой такой чашке находится только один кусочек, что важно для предотвращения загрязнения. Кусочки плодового тела помещают сверху на агар или частично погружают в агаризованную среду. Инокулюм плохо выделяющихся видов лучше сначала на несколько дней поместить в чашку Петри на смоченную стерильной водой фильтровальную бумагу. Когда в такой влажной камере инокулюм покроется растущим мицелием, его переносят на питательную среду.

Таким же образом рекомендуется производить выделение культуры у дереворазрушающих грибов. Во влажную камеру помещают тщательно отмытые разрезанные плодовые тела или же кусочки древесины, пронизанные мицелием гриба. Чашки с инокулюмом помещают в термостат при 20—25° С. При 26—28° и выше скорость выделения может замедляться. В жаркое время года чашки с инокулюмом на 1—2 дня помещают в холодильник при +5—10° С, а затем переносят в термостат. Желательно, чтобы относительная влажность воздуха была не ниже 80%, для чего в термостат можно поставить сосуд с водой.

Молодой растущий мицелий появляется на кусочках плодовых тел у разных видов в разные сроки: от нескольких дней до 3—4 недель. В последнем случае кусочек плодового тела лучше помещать

---

<sup>1</sup> В некоторых случаях вокруг кусочков плодового тела из основания ножки появляются зачатки плодовых тел, как это наблюдается у белого гриба.

сразу в пробирку, что предохраняет его от высыхания, или же заклеивать чашки лейкопластырем.

Выделение культур производят обычно на твердую среду: сусло-агар, солодовый агар, картофельно-глюкозный агар, мальц-агар и т. д. Если выделение идет плохо или мицелий не переходит с инокулюма на поверхность среды, в состав последней следует добавить дрожжевой автолизат, отвары коры, хвои или листьев различных высших растений (обычно в количестве от 0,1 до 5%), экстракты из плодовых тел грибов (4—5%).

Грибные экстракты готовят следующим образом: плодовые тела измельчают, заливают холодной водой так, чтобы она покрывала плодовые тела, и ставят на холод на сутки. После этого жидкость отфильтровывают и трижды стерилизуют текучим паром.

В чашке Петри вместе с колониями базидиальных грибов могут расти колонии плесневых грибов, дрожжей, бактерий, что обычно легко заметить. В таких случаях предполагаемые колонии базидиомицетов нужно последовательно пересевать с последующим микроскопическим контролем и избавиться от инфекции с помощью обычных методов микробиологической техники. Для подавления роста бактерий, загрязняющих грибные культуры, рекомендуется проводить выделение на подкисленный агар (рН 4,5—5,0), добавлять антибиотики или лучше их комбинации (пенициллин — 200 ед., стрептомицин — 100 ед. в 1 мл среды и др.).

Для выделения чистых культур базидиомицетов можно использовать также жидкие среды с набором витаминов и слабой концентрацией питательных веществ, раствор мальц-экстракта (0,8%). Жидкие среды бывают эффективны в тех случаях, когда не удается выделить культуру на агаризованную среду (Modess, 1941).

Легко выделяется культура таких грибов, как *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm., *Armillariella mellea* (Vahl.) Fr., *Coprinus comatus* (Fr.) S. F. Gray, *Lepista nuda* (Fr.) W. L. Smith, *Clitocybe nebularis* (Fr.) Quél., *Macrolepiota procera* (Fr.) Sing., *Pholiota squarrosa* (Fr.) Quél. и т. д., многих афиллофоральных и гастеромицетов. Кусочки плодовых тел таких грибов, помещенные на питательную среду или во влажную камеру, быстро покрываются растущим мицелием, бактериальное загрязнение незначительно. Кусочки плодовых тел *Cantharellus cibarius* Fr., видов *Gomphidius* обычно обильно зарастают бактериями.

Некоторые грибы, особенно из родов *Lactarius* и *Russula*, с трудом выделяются в культуру, несмотря на отсутствие бактериального загрязнения. О. Модесс (Modess, 1941) и П. Микола (Mikola, 1955) приводят списки грибов, которые не растут в культуре. Однако весь вопрос, очевидно, заключается в умелом подборе оптимальных условий для их роста. Трудно выделяются в культуру и скудно растут на обычных средах многие виды *Amanita*, *Cortinarius*, *Clitocybe vibescina*, *Pluteus atricapillus* (Secr.) Sing., *Tricholoma vaccinum* (Pers. ex Fr.) Kumm., *Tricholomopsis platyphylla* и др. У группы

так называемых приспособительных видов (Semerdzieva, 1965) наблюдается медленный рост колонии вокруг инокулюма. К таким видам относят *Agaricus silvaticus* Secr., *Calocybe gambosa*, *Tricholoma georgii* Fr., *Mycena poligrama* (Bull. ex Fr.) S. F. Gray и др.

Следует иметь в виду, что разные штаммы одного и того же вида могут значительно отличаться по скорости роста и требованиям к питательной среде. По-разному проходит выделение в культуру в разное время года и из плодовых тел неодинакового возраста. По интенсивности роста в культуре могут отличаться и штаммы, выделенные из разных экологических условий, различных географических зон.

**Выделение чистых культур из базидиоспор.** В тех случаях, когда размеры, строение или консистенция плодовых тел не позволяют произвести выделение культуры, ее получают из базидиоспор. Этот способ используется и для проведения специальных биологических, в частности генетических исследований. Было также установлено, что культуры, полученные из базидиоспор, обладают некоторыми свойствами (например, противоопухолевой активностью), которые отсутствуют у культур, полученных из плодовых тел. Базидиоспоры большинства подстилочных сапрофитов, кoproфильных, лигнофильных и других немикоризных грибов прорастают обычно легко. Проращивание же базидиоспор многих микоризообразователей представляет значительные трудности. Различными исследователями были пророщены споры микоризообразующих грибов из родов *Amanita*, *Boletus*, *Cortinarius*, *Hydnum*, *Paxillus*, *Russula*, *Tricholoma* и некоторых других (Melin, 1959).

**Хранение и посев спорового материала,** сроки проращивания. Проращивание базидиоспор производят или непосредственно после сбора плодовых тел, или же хранят споровую массу до посева. Плодовые тела гастеромицетов перед посевом или хранением следует высушить в течение нескольких дней при комнатной температуре неразрезанными. Недозрелые плодовые тела оставляют до созревания, о чем судят по побурению глебы.

Оптимальные сроки хранения спорового материала неодинаковы не только у разных видов, но и у базидиоспор, полученных от плодовых тел одного и того же вида. У видов рода *Boletus* споры прорастают как на 2—4-е сутки после сбора, так и после годичного хранения при низких температурах. У *Calvatia gigantea* Fr. оптимальный процент проращивания спор отмечен после 8—14 месяцев хранения при температуре от  $-18$  до  $+12^{\circ}\text{C}$ . Споры *Schizophyllum commune* Fr. прорастали после хранения в вакууме более чем 50 лет (Sussmann, Halvorson, 1966).

Посев базидиоспор производят в чашки Петри в виде однородной водной суспензии с определенной концентрацией спор на агаризованную среду (лучше глубинно). Успех проращивания зависит от правильной концентрации спор, которая подбирается для каждого вида и иногда для каждого плодового тела. У *Calvatia gigantea*

оптимальная концентрация базидиоспор для разных плодовых тел лежит в пределах 1—5 млн. спор на чашку. Базидиоспоры грибов из рода *Мусепа* прорастают хорошо при концентрации в чашке от нескольких сотен до нескольких тысяч. Споры *Agaricus campestris* лучше прорастают в массе, чем отдельные споры.

Можно производить посев базидиоспор и непосредственно из плодовых тел по методу Н. Фриза (Fries, 1950):

Плодовые тела собирают в день опыта или за день и тогда хранят в холодильнике при  $+3^{\circ}\text{C}$ . Шляпку гриба с помощью вазелина прикрепляют под крышку пустой стерильной чашки Петри. Агаровую среду разливают в другие чашки, крышки которых поочередно на 5 мин заменяют крышкой с плодовым телом. За это время в чашку успевают попасть от нескольких сотен до нескольких тысяч базидиоспор. Если плодовые тела малы, то можно брать по несколько штук. В этом случае для получения однородного спорового материала желательно брать плодовые тела, произрастающие в одном месте.

По методу П. И. Ключника (1951) для прорастания базидиоспор используют условия, близкие к природным. Свежесобранные базидиоспоры помещают между предметными стеклами и закапывают в почву на глубину около 5 см. Прорастание их у представителей разных родов и видов наступает в разные сроки. Из базидиоспор вырастает первичный мицелий, состоящий из тонких тонкостенных многоклеточных гиф. Появление заметных колоний происходит обычно в течение 30 дней, но у некоторых видов от высева спор на питательную среду до образования колоний проходит 2—3 месяца. У *Мусепа rosea* 99—100% спор прорастают уже через 12 ч после посева; появление колоний из базидиоспор у видов рода *Lycoperdon*, *Calvatia gigantea* наблюдается через 30 дней. Процент всхожести у многих микоризообразующих грибов очень низок (0,001—1%).

**П и т а т е л ь н ы е с р е д ы.** Для проращивания спор используют водный агар (2,5%), сусло-агар, мальц-агар, питательную кислотную желатину, синтетические среды с тиаминном и различные природные субстраты — экстракты плодовых тел грибов, дрожжей, листьев, хвои, почвы, навоза и т. д. Споры многих гименомицетов прорастают в присутствии экстракта пищеварительного тракта слизняка. Выбор подобных стимуляторов следует вести, основываясь на тех экологических условиях, в которых обитает гриб.

Стимулирующее действие на прорастание базидиоспор оказывают живые дрожжи, в частности *Torula sanguinea*. Инокуляция дрожжевой культурой проводится через 24 ч после посева спор гриба в чашки Петри. Прорастание базидиоспор некоторых видов сыроежек происходит только в присутствии живых корней высших растений, причем не только древесных, но и томата. Наличие живых корней стимулирует прорастание базидиоспор *Suillus luteus*, *S. piperatus* (Fr.) Kuntz.

При составлении синтетических сред для проращивания базидиоспор следует иметь в виду, что прорастание может тормозиться при высоком содержании питательных компонентов в среде. Установлено, что для спор многих базидиомицетов токсичны ионы



аммония. Так, прорастание спор у видов рода *Мусепа* подавляется при наличии в среде 0,1—0,5% виннокислого аммония. Прорастание базидиоспор может происходить и просто в воде, однако вода из водоемов, не подвергавшаяся стерилизации, и морская вода оказывают на их прорастание ингибирующее действие. Чтобы избежать бактериального загрязнения, в питательную среду так же, как при выделении культур из плодовых тел, добавляют антибиотики.

Температура, оптимальная для прорастания базидиоспор, может значительно варьировать у разных видов и разных штаммов в пределах вида. Температурный оптимальный интервал может изменяться в зависимости от состава питательной среды. Обычно оптимальные температуры для прорастания базидиоспор лежат в пределах 15—30° С.

Для успешного прорастания многие базидиальные грибы — *Raxillus involutus* Fr. ex Batsch., *Tricholoma equestre* (Fr.) Quél., некоторые виды *Flammulina*, *Marasmius*, *Agaricus*, *Lactarius* и другие — требуют пониженных температур, как это имеет место в природе. После охлаждения споры должны быть перенесены в температурные условия, оптимальные для прорастания. Базидиоспоры некоторых копрофильных грибов, проходящих через пищеварительный тракт перед прорастанием в природных условиях, можно стимулировать предварительным нагреванием до температуры 37—40° С.

Свет необходим для прорастания преимущественно тем грибам, на которые оказывает стимулирующее действие предварительное охлаждение. Однако пока имеется очень мало экспериментальных данных по влиянию светового спектра и количества света на прорастание базидиоспор. Здесь важно правильно сочетать температуру и свет.

**В л а ж н о с т ь.** Для прорастания базидиоспор необходимо поддерживать относительную влажность воздуха не ниже 80%. Для сохранения высокой влажности в чашках Петри рекомендуется помещать их в эксикатор или заклеивать лейкопластырем, изоляционной лентой, ставить сосуд с водой в термостат.

**А к т и в и р о в а н и е п р о р а с т а н и я.** Для преодоления периода покоя базидиоспор применяются различные средства: предварительное охлаждение или нагревание, чередование охлаждения и нагревания, чередование увлажнения и высушивания, физическое воздействие на споровую оболочку путем растирания базидиоспор с кварцевым песком, встряхивание суспензии спор с мелкими частицами стекла и т. д. Для активирования прорастания применяется также обработка базидиоспор различными химическими веществами. Из неорганических веществ употребляют серную, соляную, фосфорную и азотную кислоты, азотнокислый кальций, аммонийные соединения. С этой же целью используют этиловый и другие спирты, ацетон, хлороформ, бензин, альдегиды. К активаторам прорастания относятся органические кислоты — оксалаты, ацетаты, цитраты; аминокислоты — аланин, пролин, триптофан. К мощным стимуляторам прорастания базидиоспор относятся также поверхностно ак-

тивные вещества. Органические вещества, такие как алифатические спирты и эфиры, активируют прорастание спор в концентрации более высокой (в 100—1000 раз), чем растворы гетероциклических соединений (фурфурол 1 : 1 000 000).

## **ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА МИЦЕЛИЯ ГРИБОВ НА ЖИДКИХ СРЕДАХ**

Одной из важных задач при культивировании мицелия съедобных грибов является характеристика роста этих грибов. Под ростом понимают необратимое увеличение количества живого вещества, сопровождаемое увеличением и делением клеток. Кроме увеличения клеток или биомассы рост также характеризуется определенной морфологической дифференциацией мицелия.

При культивировании на жидких средах о росте гриба прежде всего судят по изменению сухой массы мицелия. Массу мицелия обычно определяют в динамике. Мицелий промывают на фильтре или центрифугируют для удаления культуральной жидкости и сушат до постоянной массы. Желательно параллельно с определением сухой массы мицелия проводить также его микроскопическое изучение (характер роста мицелия, наличие спороношения, появление клеточных включений и т. д.). Полученные результаты позволяют полнее охарактеризовать стадии роста и процесс морфогенеза.

Отбор проб производится через определенные промежутки времени в зависимости от скорости роста, например через 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 ч и т. д. При выращивании грибов в пробирках или колбах на качалках для определения сухой массы и других исследований снимают параллельные колбы или пробирки, что позволяет не уменьшать и без того небольшой объем культуральной жидкости и избежать возможности загрязнения. При выращивании в ферментерах различной емкости берут пробы 10 мл и больше, соблюдая правила стерильности. На современном ферментере отбор проб производится автоматически. Кроме учета биомассы, отмечают изменения pH среды, а также других показателей в зависимости от свойств гриба и цели проводимой ферментации.

Определение сухой массы мицелия является наиболее употребительным измерением роста. Широко используется также определение роста по общему клеточному азоту, характеризующему синтез протоплазмы. Большую точность обеспечивает определение содержания общего азота (метод микро-Кьельдаля и микродиффузионный метод определения аммиака), а также определение общего содержания углерода (по Ван Сляйку-Фолчу).

Наиболее четко с ростом мицелия коррелируют содержание белка, активность дыхания, потребление источников питания. Однако следует иметь в виду, что рост мицелия не всегда коррелирует с образованием отдельных метаболитов, а в некоторых случаях отмеча-

ется обратная зависимость. Так как рост культуры характеризуется прежде всего увеличением биомассы, то важным показателем роста является количество биомассы к концу опыта, т. е. урожай. Под урожаем понимают разность между максимальной и исходной массой мицелия:  $x = x_{\max} - x_0$ . Эту величину выражают в граммах. Особенно важное значение имеет отношение урожая к количеству потребленного субстрата ( $x/s$ ). Если обе эти величины выражаются в весовых единицах, то отношение  $\frac{x}{s}$  называют экономическим коэффициентом ( $y$ ):  $y = \frac{x}{s}$ . Молярным экономическим коэффициентом

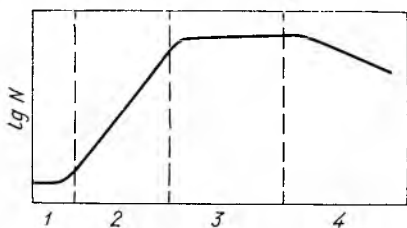


Рис. 52. Кривая роста в статической культуре:

1 — начальная (лаг-) фаза; 2 — экспоненциальная (логарифмическая) фаза; 3 — стационарная фаза; 4 — фаза отмирания

( $y_m$ ) называют отношение урожая (в граммах) к числу молей потребленного субстрата. Время, в течение которого происходит удвоение мицелиальной массы, называется временем удвоения  $t_d$  (r).

При внесении мицелия в питательную среду рост продолжается до тех пор, пока содержание какого-нибудь из необходимых компонентов не достигнет минимума, после чего рост прекращается. Если

на протяжении периода роста не прибавлять в среду питательных веществ и не удалять конечных продуктов обмена, то создается популяция клеток в ограниченном жизненном пространстве, т. е. статическая культура. Типичная кривая роста в статической культуре, описывающая зависимость логарифмов числа клеток или биомассы, имеет S-образную форму. На этой кривой различают несколько фаз роста, сменяющих друг друга в определенной последовательности и более или менее выраженных. Продолжительность той или иной фазы зависит от видовых особенностей культивируемого гриба, состава питательной среды, густоты инокулюма, степени аэрации и других условий культивирования. Различают такие основные фазы роста в статической культуре (рис. 52): 1) начальная (лаг-фаза); 2) экспоненциальная (логарифмическая) фаза; 3) стационарная фаза; 4) фаза отмирания. Для спорообразующих грибов В. И. Билай (1974) выделяет еще и фазу прорастания спор.

Лag-фаза охватывает промежуток времени между инокуляцией и достижением максимальной скорости роста. Продолжительность этой фазы зависит от пригодности для роста питательной среды, возраста посевного мицелия и способа его предварительного культивирования. Адаптация к новым условиям может быть связана с перестройкой условий синтеза нуклеиновых кислот и ферментов, индукцией новых ферментов. Длительность лаг-фазы — важный параметр для характеристики свойств штамма или пригодности среды.

Экспоненциальная фаза роста характеризуется постоянной максимальной скоростью деления клеток и накопления биомассы. Было показано (Solomons, 1975), что грибы растут экспоненциально до тех пор, пока имеется пространство для нитчатого типа роста. Когда же образуются шарики и доступ питательной среды из-за плохой диффузии лимитируется, тогда рост происходит по кубическому типу. Истинный экспоненциальный рост легко измеряется до концентрации мицелия 10—15 г/л сухой массы. Для точных опытов по изучению роста в качалочной культуре Г. Л. Соломонс (Solomons, 1975) предлагает производить измерения в ограниченных пределах по сухой массе (150—200 мг/100 см<sup>3</sup>). Инокулюм вносят в небольших количествах. Измерения можно вести как по сухой массе, так и по оптической плотности мицелиальной культуры (Trinci, 1972).

Стационарная фаза наступает тогда, когда количество клеток или биомасса перестает увеличиваться. Снижение скорости роста обусловливается уменьшением концентрации субстрата, снижением парциального давления  $O_2$ , увеличением плотности популяции, накоплением токсических продуктов обмена и т. д. Переход от экспоненциальной к стационарной фазе роста происходит постепенно. Количество биомассы, достигнутое в стационарной фазе, называется выходом, или урожаем.

Фаза отмирания характеризуется экспоненциальным снижением жизнеспособности клеток, происходит лизис клеток иногда под действием собственных ферментов (автолиз).

На жидких средах мицелий можно выращивать поверхностно, т. е. в стационарной культуре (когда гриб образует на поверхности слоя жидкости более или менее плотную мицелиальную пленку), и глубинно, т. е. в слое жидкости.

## ПОВЕРХНОСТНОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ

Поверхностное культивирование имеет отрицательные стороны, так как развивающийся мицелий находится в неблагоприятных и неоптимальных условиях. Воздушный мицелий удален от питательных веществ, но лучше снабжается кислородом, а субстратный мицелий, напротив, находится в анаэробных условиях, но при этом в тесном контакте с питательной средой. Мицелий обычно растет в поверхностной культуре гораздо медленнее, чем в глубинной, однако встречаются грибы, которые плохо растут при глубинном культивировании. Глубинная культура, как правило, более благоприятна для роста мицелия, однако условия повышенной аэрации могут быть менее благоприятны, например, для активности некоторых ферментов (Маттисон и др., 1965, 1966). При поверхностном выращивании обычно используют сосуды с наибольшей поверхностью для контакта жидкости с воздухом — колбы Эрленмейера разной емкости, колбу Фернбаха, матрац (рис. 53, 1, 2, 3).

Гриб, развивающийся на поверхности жидкости мицелиальную пленку, может развиваться нормально при непрерывном обновлении питательной среды и удалении токсических продуктов обмена веществ, т. е. в проточной среде. Такой метод, предложенный В. Я. Частухиным и М. А. Николаевской (1969), заключается в следующем. Культуру гриба выращивают в плоскодонной колбе Эрленмейера (рис. 53), ко дну которой припаяна сливная трубка с двумя отводами. На концах

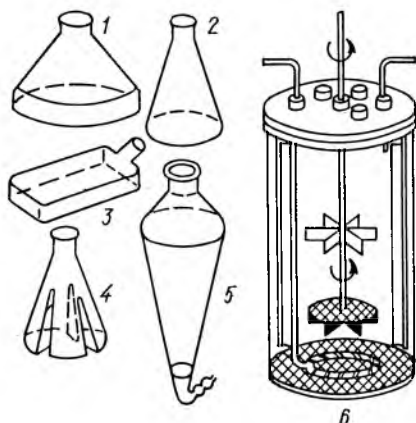


Рис. 53. Сосуды для поверхностного и глубинного выращивания мицелия:

1 — колба Фермбаха, 2 — колба Эрленмейера, 3 — матрасс, 4 — колба Эрленмейера с отбойниками, 5 — колба Ключева, 6 — ферментер.

стеклянных трубок надевают резиновые трубки с зажимами. Колба с дистиллированной водой 4, колба с питательной средой 2, колба 1 с водой для промывания колбы 2 соединены между собой и с колбой 3 с помощью стеклянных колпачков и резиновых трубок с зажимами. При такой системе выращивания можно многократно менять питательную среду и вносить дополнительную культуру какого-нибудь микроорганизма. Метод основан на принципе периодической смены питательных растворов и промывания мицелиальных пленок с целью удаления продуктов метаболизма. С помощью этого метода автору удалось получить полный цикл развития изучаемых грибов — *Macrolepiota procera*, *Coprinus radiatus* (Bolt.) Fr., *Clitocybe nebularis*, *Armillariella mellea* и др.

Нами предложен аппарат для поверхностного выращивания мицелия съедобных грибов в проточной культуре (Семенов, Мищенко, Мороз, Бухало и др., 1972). Процесс выращивания идет непрерывно на скребковом транспортере, помещенном в петлеобразный стеклянный трубопровод (рис. 55). Питательная среда циркулирует в процессе выращивания и непрерывно дозируется. Через загрузоч-

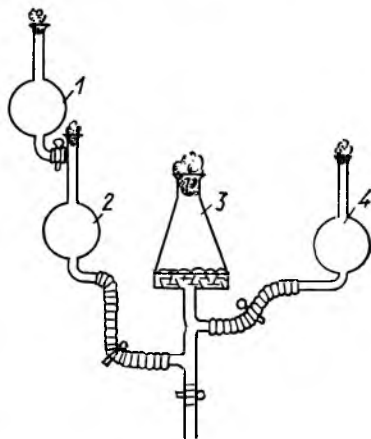
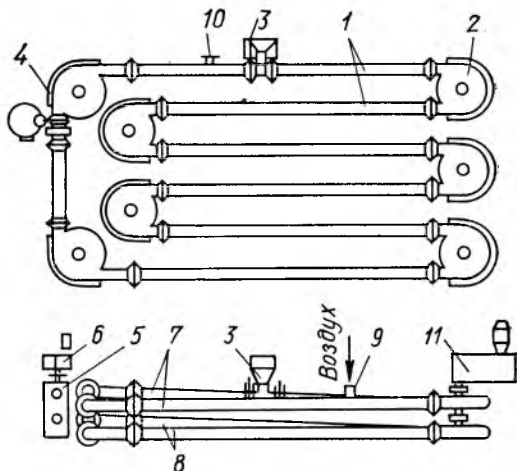


Рис. 54. Выращивание базидиальных грибов по методу В. Я. Частухина с периодической сменой питательных растворов (по Частухину, Николаевской, 1969):

1 — колба с водой, 2 — колба с питательной средой, 3 — колба для выращивания грибов, 4 — колба с дистиллированной водой

Рис. 55. Схема аппарата для поверхностного выращивания мицелия съедобных грибов в проточной культуре:

1 — стеклянный трубопровод, 2 — поворотный механизм, 3 — загрузочное устройство, 4 — выгрузное приспособление, 5 — привод, 6 — приводной механизм, 7 — входной патрубок, 8 — патрубок для сброса, 9 — патрубок для подачи воздуха, 10 — патрубок для вывода воздуха, 11 — привод.



ное устройство 3 в трубопровод 1 подается наполнитель. Из входного патрубка 7 непрерывно поступает питательная среда, смешанная с посевной культурой. По специальному патрубку 9 подается свежий воздух, который выводится через патрубок 10. Сброс питательной среды производится через патрубок 8. Выросший мицелий вместе с наполнителем выводится через выгрузное приспособление 4 с приводом 5 и приводным механизмом 6. Передвижение цепей (типа Галля) со скребками, на которые помещен наполнитель, осуществляется с помощью поворотных механизмов 2 и привода 11.

## ГЛУБИННОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ

Метод глубинного культивирования обладает целым рядом преимуществ по сравнению с поверхностным выращиванием. Механическое перемешивание и непрерывная аэрация создают благоприятные условия для доступа питательных веществ и кислорода ко всем клеткам мицелия, обеспечивая одинаково благоприятные условия для роста и накопления продуктов метаболизма. Глубинное выращивание проводится в строго определенных условиях, соответствующих физиологическим потребностям гриба, с соблюдением стерильности на всех этапах ферментационного процесса. Глубинный процесс более экономичен, так как при этом сокращается срок ферментации и увеличивается количество получаемого продукта. Однако глубинный метод требует специального дорогостоящего оборудования с высокой регулировкой ферментационного процесса, с подачей большого количества стерильного воздуха. Непрерывное культивирование в 3—4 раза ускоряет адаптацию по сравнению со стационарной культурой и способствует селекции более активных рас (Непрерывное брожение., 1960).

Для выращивания грибов, являющихся аэробами, в глубинных слоях жидкой культуры требуется дополнительная аэрация, так как грибы используют только растворенный кислород. Скорость

перехода кислорода в раствор увеличивается с увеличением поверхностей раздела между газовой и жидкой фазами, а также с повышением парциального давления  $O_2$  в газовой фазе. Для увеличения поверхностей раздела прибегают к таким способам, как культивирование в тонком слое, перемешивание жидкости путем встряхивания (прямого или кругового), вращение сосудов вокруг их продольной оси, механическое перемешивание, пропускание воздуха через жидкость под давлением с помощью газораспределителя. В лабораторных условиях обычно используют выращивание со встряхиванием; на поступательной или вращательной качалке; в сосудах разной емкости с отбойниками; с барботажем через среду воздуха без дополнительного перемешивания среды; в ферментерах небольшой емкости (1—10 л) с продуванием воздуха и механическим перемешиванием (рис. 53, 4—6). В промышленных условиях выращивание производят в ферментерах или системе ферментеров, достигающих в объеме от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч литров.

**Получение посевной культуры.** Одним из существенных условий успешного проведения процесса выращивания мицелия является правильная подготовка посевного материала — инокулюма. До посева на жидкую среду мицелий сохраняют на твердых питательных средах различного состава в зависимости от биологических особенностей штамма: сушлом агаре, опилках, соломе и т. д. Хранить культуру гриба лучше в холодильнике. Вегетативный мицелий съедобных грибов, как правило, не дает спороношений или споронosit слабо, что диктует необходимость засева ферментационной среды механически измельченным мицелием. Работами ряда исследователей было показано (Dorrell, Page, 1947), что измельченный в смесителе мицелий, отдельные участки гиф которого состоят из нескольких клеток, в разведении 1 : 40 000 заменяет необработанный мицелий в разведении 1 : 10.

При культивировании на качалках или в ферментерах небольшой емкости посевной мицелий (инокулюм) выращивают обычно на жидкой среде в колбах Эрленмейера поверхностно или глубинно. В первом случае на дно колбы насыпают фарфоровые бусы слоем 1—2 см, наливают питательную среду так, чтобы их покрыть, и стерилизуют. Вместо фарфоровых бус можно использовать керамические цилиндрики, применяющиеся для изоляции спиралей утюгов и электроплиток. Колбы засевают мицелием с агаровых косячков. Чтобы получить однородный посевной материал, засевать колбы нужно одинаковым количеством мицелия (обычно с одного косяка засевают одну-две колбы Эрленмейера на 250—500 мл), выращивать в течение одинакового периода времени и при одинаковой температуре. После того как на поверхности бус образуется хорошая грибная пленка, ее измельчают с помощью вибратора, Шюттель-аппарата или вручную путем интенсивного встряхивания. Полученную мицелиальную суспензию стерильной пипеткой вносят в пробирки или колбы для последующей ферментации на качалке.

В случае глубинного выращивания инокулюма измельченным

мицелием засевают колбы или пробирки с жидкой средой и выращивают на круговых качалках до образования заметной (в виде мелких комочков) биомассы. Затем полученную культуру пересевают пипеткой (5—10% к объему среды) в сосуды для проведения ферментации или же переливают в ферментер все содержимое одной или нескольких колб в зависимости от объема ферментера. Чтобы избежать образования длинных мицелиальных тяжей, посевную культуру можно выращивать на качалках в колбах с бусами. При этом обеспечиваются высокая плотность клеток и большое количество растущих точек.

При посеве инокулюма, выращенного поверхностно, в ферментер с перемешивающими устройствами (мешалками) можно предварительно не измельчать мицелиальную пленку, а сразу после посева включить мешалку на высокие обороты, в результате чего мицелиальная пленка будет измельчена в течение нескольких минут, а затем включить необходимую для нормального роста скорость оборотов.

Метод У. У. Доррелла и Р. М. Пейджа (Dorrell, Page, 1947) позволяет с помощью

простого оборудования в короткий срок приготовить измельченный стерильный посевной материал из мицелия неспороносящего гриба (рис. 56). Выращивание гриба производится в сосуде 1, воздух в этот сосуд поступает через трубку 4 и фильтр 5. Измельчение мицелия производится в съемном кварцевом сосуде 2, одетом на смеситель вместо обычного сосуда. Если нужно приготовить инокулюм для качалок или для изучения дыхания, на основу измельчителя надевают маленький колпачок из нержавеющей стали. Когда в колбе 1 будет получена развитая мицелиальная культура, трубку 4 отключают от воздушной линии, а к распределительной бутылке 3 присоединяют трубку 10 с фильтром 7. Затем содержимое колбы 1 по 200—300 мл за раз через трубку 11 переливают в измельчитель 2, где в течение минуты производится измельчение этой порции культуры. Затем ее переливают в распределительную бутылку 3 через трубку 12 путем переворачивания сосуда 2. Эту операцию повторяют до тех пор, пока весь мицелий не будет измельчен. Затем трубку 12 отсоединяют и мицелиальную суспензию удаляют из колбы 3 через трубку 9. Измельченный в вибраторе мицелий представляет собой 3—10-клеточные кусочки, полностью живые и способные прорасти. В настоящее время созданы и более

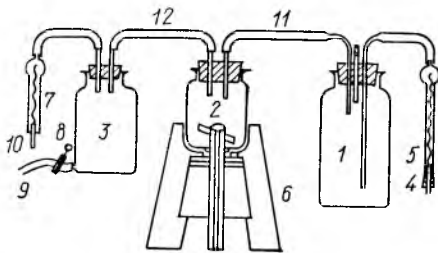


Рис. 56. Установка для приготовления измельченного мицелия по методу У. У. Доррелла и Р. М. Пейджа (Dorrell, Page, 1947):

1 — сосуд для выращивания мицелия; 2 — съемный кварцевый сосуд, в котором измельчается мицелий; 3 — распределительная бутылка; 4, 10 — трубки для поступления воздуха; 5, 7 — фильтры; 6 — измельчитель; 8 — зажим; 9 — сливная трубка; 11, 12 — трубки для переливания мицелия.



совершенные отечественные и зарубежные модели подобного рода стерильных измельчителей.

В промышленных условиях инокулюм выращивают в ферментерах-инокуляторах, содержащих несколько десятков литров питательной среды. Посевные аппараты большой емкости содержат от нескольких сотен до нескольких тысяч литров питательной среды. Ферментеры, в которых получают окончательный продукт, содержат обычно от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч литров ферментационной среды. Можно получать последовательно (переноса до 5% к объему среды) в лабораторном ферментере и в инокуляторе две генерации вегетативной посевной культуры. При полупрерывном ведении процесса инокулюмом может служить культуральный мицелий, который частично оставляют в ферментере.

**Контроль параметров роста.** Во время ферментации ведется контроль за основными параметрами — накоплением биомассы, накоплением в мицелии белка или интересующих исследователя метаболитов, расходом питательных компонентов, изменением рН среды, аэрацией, скоростью перемешивания, температурой и др. Для контроля за накоплением и химическим составом биомассы, за потреблением из питательной среды отдельных компонентов проводят через определенные промежутки времени или по фазам роста гриба отбор проб.

Оптимальные температурный и кислородный режимы, скорость перемешивания определяют предварительно и поддерживают автоматически или регулируют с помощью имеющейся аппаратуры в заданных интервалах. Чрезвычайно важным является поддержание режима рН среды, так как резкие колебания кислотности, свидетельствующие об изменении условий культивирования или состояния культуры в неблагоприятную сторону, могут привести к быстрой гибели культуры. Согласно немногочисленным литературным данным, расход воздуха в начале ферментации составляет примерно 1 объем воздуха на 1 объем среды в 1 мин. К концу ферментации, когда накапливается большое количество мицелия, расход воздуха может быть увеличен. Число оборотов мешалки составляет 150—300 в минуту и может быть увеличено к концу ферментации по мере нарастания биомассы.

Морфологические формы глубинного роста (в виде клубочков, агломератов, отдельных нитей или клеток) значительно влияют на реологические свойства культуры, что в свою очередь изменяет массообмен, обеспечение кислородом клеток мицелия. При шариковом росте, хотя поступление кислорода в среду высокое, диффузия его в шарики минимальная, и в центре шарика создаются анаэробные условия, что приводит к накоплению метаболитов и снижению урожая. При нитчатом росте, когда культура напоминает густой «суп», в культуральной жидкости наблюдаются переплетенные, ветвящиеся отрывки мицелия или тяжи, могущие образовывать агломераты. Эти структуры во многом зависят от разбивающего действия ферментера, питательной среды, рН и могут быть диспер-

гированы простым разведением. При возрастании плотности клеток и длины гиф возрастает вязкость, падают турбулентность и массообмен (Deindoerfer, Gaden, 1955). Клеточные агломераты требуют высокого уровня кислорода, чтобы обеспечить диффузию его в клетки, находящиеся в центре. Было показано (Solomons, Weston, 1961), что в маленьких ферментерах очень высокая вязкость «супа» не может адекватно аэрироваться. Оптимальная температура для роста мицелия у многих видов отмечается в пределах 25—28° С.

Если в процессе ферментации образуется обильная пена, то одновременно с внесением посевного материала в культиватор добавляют пеногаситель (например, подсолнечное масло в количестве 0,05—0,1% к объему среды). По мере образования пены в среде можно добавлять пеногаситель и в процессе ферментации.

Одной из сложных и не решенных до конца задач является придание мицелиальной массе товарного вида — получение сухого мицелия, частичное обезвоживание с последующим консервированием, получение обезвоженного прессованного мицелия и т. д. Способ обработки мицелиальной массы зависит главным образом от назначения получаемого продукта. Для получения грибного порошка, используемого в качестве приправы, применяют лиофильную и другие виды сушки. Р. Ф. Робинсон и Р. С. Дэвидсон рекомендуют проводить сушку при 110° С (Robinson, Davidson, 1959); для обезвоживания используют центрифугирование и т. д. При этом одной из важных задач является сохранение у конечного продукта аромата и вкуса съедобного гриба.

**Грибной аромат.** Пищевое использование культурального мицелия в значительной степени зависит от наличия грибного аромата как в свежем, так и в консервированном продукте. Поэтому с первых же шагов по глубинному культивированию мицелия съедобных грибов для пищевых целей большое внимание уделялось сохранению и усилению грибного аромата.

Еще в 1954 г. Д. Зюсом (Sziecs, 1954) был получен патент на усиление грибного запаха. Для этой цели он предлагал выращивать мицелий на оптимальной среде с добавлением лецитиновой эмульсии или любых других съедобных жиров. Для усиления запаха влажный выросший мицелий (90% воды), отделенный от питательной среды, предлагалось также смешивать с поваренной солью, добавляемой в количестве не менее 2%, а лучше 4% по массе. По мнению Д. Зюса и Н. Ионкерса, поваренную соль можно заменить любыми другими пищевыми солями или другими средствами, нарушающими рост и метаболизм грибного мицелия. Нагревание мицелия до 60—80° С было неэффективным, так как разрушало запах. На усиление запаха, по мнению ряда исследователей, оказывают влияние процессы автолиза (Humfeld, 1952; Block, 1960), дикариотичное состояние мицелия (Ginterova, 1973), добавление в питательную среду таких стимуляторов, как мальц-экстракт, дрожжевой экстракт, экстракт из проростков ячменя, 1—10% снятого молока и т. д. (Block, 1960; Moustafa, 1960; Litchfield, 1967).

Проведенные химические исследования ароматических веществ в плодовых телах шампиньона, опенка, белого гриба, дождевика гигантского, вешенки обыкновенной, рядовки фиолетовой, навозника хохлатого и других установили, что основу грибного аромата этих грибов создают 1-октен-3-ол, гуанозин-5-монофосфат (5-ГМФ), а также глутаминовая кислота, запах которой в значительной степени стимулируется двумя первыми соединениями (Cronin, Ward, 1971; Wasovicz, 1974; Dijkstra, 1976). Другие химические компоненты, возможно, создают специфику запаха каждого вида. У *Lentipes edodes*, запах которого значительно отличается от запаха других съедобных грибов, было изолировано вещество лентионин (Jasumoto e. a., 1974).

Было показано, что наличие этих же веществ обуславливает грибной аромат культурального мицелия и культуральной жидкости при глубинном выращивании, причем у некоторых видов культуральный мицелий более богат ароматизирующими веществами, чем плодовые тела (Dijkstra, 1976). Этим же автором было установлено, что при глубинном культивировании шампиньона и навозника хохлатого 1-октен-3-ол образуется на более ранних этапах роста, а 5-ГМФ — значительно позднее, что связано, очевидно, с автолизным разрушением РНК. Усилению запаха и одновременно увеличению продукции мицелия способствует использование в качестве питательной среды овощных экстрактов, являющихся отходами, обогащенными углеводами. Обнаружены заметные количественные различия в образовании ароматических веществ у разных штаммов и подчеркивается целесообразность дальнейших поисков продуцентов грибного аромата.

Возможность искусственного синтеза грибного аромата помогла бы с большой эффективностью использовать культуральный мицелий быстрорастущих в культуре съедобных грибов, которые сейчас отвергаются из-за недостаточно интенсивного запаха.

**Непрерывное культивирование.** Основные известные работы по глубинному культивированию мицелия съедобных грибов выполнены с использованием метода периодического глубинного культивирования, т. е. статической культуры, с характерными для нее фазами, описанными выше. Этот метод, несмотря на значительные преимущества по сравнению с поверхностным культивированием, имеет ряд недостатков, связанных с быстрым потреблением питательных веществ и накоплением продуктов метаболизма, что значительно тормозит дальнейший рост мицелия. Необходимость возобновления процесса после каждой ферментации удорожает процесс и создает дополнительную возможность инфицирования посторонними микроорганизмами. В настоящее время разрабатывается непрерывный способ культивирования некоторых мицелиальных грибов. Непрерывное культивирование является новым этапом в культивировании микроорганизмов и, хотя оно более детально разработано пока для дрожжей и бактерий, мы считаем необходимым осветить основные принципы этого метода, как дающего возмож-

ность значительно ускорить рост мицелия и получать биомассу с заданными свойствами.

Преимущества непрерывного культивирования заключаются прежде всего в возможности постоянной поддержки высокой скорости роста, редко возникающей потребности в возобновлении процесса, возможности автоматического поддержания заданных оптимальных условий, стандартности получаемого продукта, экономичности обслуживания процесса и т. д. (Непрерывное культивирование микроорганизмов, 1968; Работнова, 1975). Если статическая культура рассматривается как закрытая система, которая в своем развитии проходит через начальную, экспоненциальную, стационарную фазы и фазу отмирания, где каждый из этих периодов характеризуется определенными условиями, то непрерывная культура представляет собой открытую систему, стремящуюся к установлению динамического равновесия. Фактор времени в непрерывной культуре в известной мере исключается. Для организмов создаются неизменные условия среды.

В том случае, когда целью является получение большого количества биомассы, обычно используют простейшую, одноступенчатую систему непрерывного культивирования (рис. 57, А), при которой культуру выращивают на каком-то одном определенном субстрате, обеспечивающем максимальный выход биомассы (Непрерывное культивирование микроорганизмов, 1968). Если желаемый продукт образуется в результате двух или более метаболических превращений, используют многоступенчатую систему непрерывного культивирования (рис. 57, Б). Полунепрерывные системы основаны на принципе повторного и последовательного периодического культивирования, производимого в одном или нескольких культиваторах, соединенных в батарее. Теоретической основой для промышленных процессов непрерывного культивирования является управление поведением популяции.

Изучение влияния внешних факторов на синтетическую и другие виды активности микроорганизмов стало возможным благодаря появлению хеоматического метода культивирования. По этому методу выращивание производится при воздействии на культуру одного фактора и оптимизации всех остальных. Схема хеомата изображена на рис. 58, 1.

Снижение концентрации лимитирующего фактора на 50% пропорционально уменьшает плотность популяции. Удвоение концентрации остальных питательных веществ не должно влиять на плот-

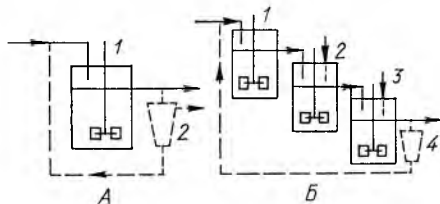


Рис. 57.

А — гомогенная непрерывная одноступенчатая система: 1 — обычная, 2 — с возвратом сепарированных клеток (по Никольской, 1973). Б — гомогенная многоступенчатая система: 1 — простая; 2, 3 — сложная с составным протоком; 4 — с частичным возвратом сепарированных клеток (по Никольской, 1973).

ность популяции. И. Л. Работнова (1975) отмечает, что при лимитации роста различными элементами питания происходят большие изменения в составе клеток как в зависимости от скорости роста, так и в зависимости от лимитирующего фактора. Выявление принципиальных закономерностей этих изменений открывает широкие перспективы для управления составом биомассы. При непрерывном

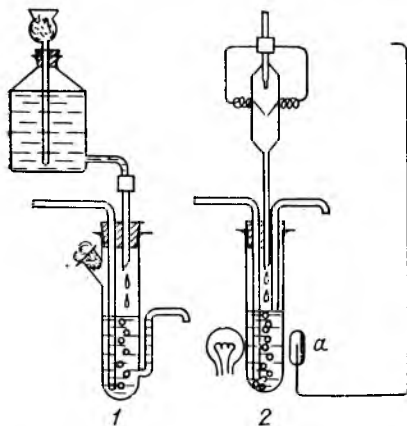


Рис. 58. Хемостат (1) и турбидостат (2) (по Шлегелю, 1972):  
α — фотоэлемент.

методе выращивания культура длительно находится в состоянии «физиологической молодости».

В тех случаях, когда необходимо достичь максимально возможной скорости роста под влиянием тех или иных факторов, используется турбидостат. Работа турбидостата (рис. 58, 2) основывается на поддержании постоянной плотности культуральной суспензии, или постоянной мутности. Фотоэлемент, измеряющий мутность, регулирует через систему реле поступление питательного раствора. В сосуде для культивирования все питательные вещества содержатся в избытке, и скорость роста культуры приближается к максимальной.

При помощи турбидостата открывается возможность для разработки проблемы быстрого и сверхбыстрого роста.

Развитие в последнее десятилетие новых методов культивирования микроорганизмов в жидкой среде обусловило общий прогресс в этой области и поставило целый ряд новых проблем в технологическом (аппаратурном) решении процессов выращивания мицелиальных грибов. Использование этих новых методов при выращивании мицелия съедобных грибов позволит решить задачу значительного ускорения роста мицелия и дальнейшего совершенствования его питательных свойств.

## ПОДБОР ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

Для роста мицелия съедобных грибов, как и других микроорганизмов, требуются вода, различные питательные вещества, определенное соотношение разных ионов, особенно водородных, и т. д. Многие из съедобных базидиальных грибов являются ауксотрофными, т. е. для своего роста нуждаются в определенных факторах роста — витаминах, аминокислотах и т. д.

Главную роль в питании грибов играют углеродсодержащие субстраты, обеспечивая грибной организм углеродом, необходимым для синтеза веществ живой клетки, и участвуя в процессах окисле-

ния, где являются единственным источником энергии. Высшие базидиальные грибы, к которым относится большинство известных съедобных, являясь экологически неоднородной группой, сталкиваются в природе с большим разнообразием углеводов, чаще всего с полимерными формами простых сахаров. Поэтому при искусственном культивировании съедобные грибы предпочитают сахара другим источникам углерода. Существует мнение, что глюкоза является универсальным источником углерода для всех грибов, хотя она и не всегда обеспечивает максимальный рост мицелия. Для большинства съедобных грибов фруктоза является таким же хорошим источником углерода, как и глюкоза.

Из пентоз хорошо используется многими подстилочными и дереворазрушающими грибами ксилоза. На ксилозе лучше всего растут виды *Agaricus* (Treschow, 1944), хорошо растут виды *Coprinus* (Fries, 1955). Из спиртов для многих базидиомицетов пригодны 6-атомный спирт маннит и 3-атомный — глицерин (Биосинтетическая деятельность высших грибов, 1969).

Из дисахаридов грибами используются мальтоза, целлобиоза: сахароза, по мнению многих исследователей, не является универсальным источником углерода, а лактоза использовалась наименьшим количеством исследованных штаммов (Биосинтетическая деятельность высших грибов, 1969).

Из полисахаридов наилучшим источником углерода является крахмал. Для многих грибов, в частности *Tricholoma*, *Agaricus* (Treschow, 1944, Rawald, 1962), хорошим источником углерода являются пектиновые вещества, им уступают декстрины.

Большинство высших базидиомицетов в природе принимают участие в разложении целлюлозы и хорошо используют этот высокомолекулярный углевод при искусственном культивировании. Лигнин используется многими дереворазрушающими и подстилочными грибами, однако в культуре грибы, как правило, должны быть адаптированы к этому источнику углерода. Наиболее доступен для базидиальных грибов так называемый биологический лигнин. В процессе разложения древесины разрушаются связи клетчатки с лигнином, что делает его доступным для питания гриба. Многие дереворазрушающие грибы хорошо используют лигносульфонат кальция, содержащийся в сульфитном щелоке — отходе целлюлозно-бумажной промышленности.

Относительно усвоения высшими базидиомицетами, в том числе съедобными, углеводов сведения в литературе очень немногочисленны. При выращивании на мягких парафинах 11 видов базидиомицетов мы отметили их слабый рост, несколько лучше росли *Armillariella mellea*, *Coriolus zonatus*, *Schizophyllum commune*.

Японские исследователи (Sugimori, Ogama, Omici, 1971) приводят данные об усвоении высшими базидиомицетами, в том числе *Pleurotus ostreatus*, *Flammulina velutipes*, *Lentinus edodes*, *Schizophyllum commune*, неуглеводных источников углерода, интересных с точки зрения метаболизма этих грибов и как дешевые субстраты.

Изучалось усвоение алифатических спиртов, *n*-алканов, органических кислот трикарбонового цикла, приведены сравнительные данные о биохимическом составе плодовых тел и мицелия при выращивании грибов на глюкозе и неуглеводных субстратах. Многие испытанные субстраты оказывали стимулирующее действие как на рост мицелия в глубинной культуре, так и на плодоношение. У *Lentipes edodes* хорошие результаты получены на метаноле. *Flammulina velutipes* обнаружил хороший мицелиальный рост и плодоношение на этиловом и изопропиловом спиртах, пропиленгликоле, молочной и  $\alpha$ -кетоглutarовой кислотах, глицерине. Стимулирующее действие

Таблица 18

**Рост мицелия *Pleurotus ostreatus* в глубинной культуре в зависимости от содержания пептона и мочевины в среде**

Азотсодержащие вещества, г/л питательной среды	Мицелий (г/л) на		
	3-е сутки	5-е сутки	7-е сутки
<b>Пептон</b>			
1,5	14,2	17,9	15,4
3,0	16,7	19,2	36,2
6,0	13,6	23,0	24,7
9,0	20,5	20,7	22,5
<b>Мочевина</b>			
0,35	17,7	21,4	20,7
0,7	17,4	17,4	16,8
1,05	16,9	17,9	15,1
1,4	12,9	18,5	27,6

оказывало добавление в среду 0,1% дрожжевого, мясного или мальц-экстракта. Для образования мицелия у *Pleurotus ostreatus* наилучшими оказались глицерол и этанол. Выход мицелия на среде с 2%-ным этанолом через 72 ч составлял 10,5 г/л; мицелий содержал 55—60% белка и имел более приятный запах, чем на среде с углеводами. Испытанные грибы хорошо усваивали также этиловый, изопропиловый и пропиловый спирты, глицерин, лимонную, щавелевую,  $\alpha$ -кетоглutarовую, молочную, яблочную, янтарную кислоты, пропиленгликоль.

Подбор источника азота очень важен для достижения хорошего роста мицелия в культуре. Потребность грибов в азоте в значительной мере зависит от снабжения углеродом, а также и от других факторов. Грибы могут использовать как неорганические, так и органические источники азота. Основными источниками неорганического азота являются нитраты и аммонийные соли. По мнению ряда исследователей, нитраты плохо усваиваются многими высшими базидиомицетами. Имеются, однако, сведения, что некоторые виды *Tricholoma* (Rawald, 1963) лучше использовали нитраты, чем соли аммония. Аммонийный азот усваивается, как правило, всеми экологическими группами высших базидиомицетов (Биосинтетическая деятельность высших грибов, 1969). Отношение к источникам азотного питания может быть различным у разных штаммов одного и того же вида.

Из органических источников азота, используемых для выращивания мицелия съедобных грибов на жидких средах, чаще всего используются мочевина, пептон, аминокислоты. Обычно органический азот обеспечивает лучший рост мицелия по сравнению с ми-

неральными солями. Наилучшими источниками азота для большинства грибов являются пептоны, содержащие высоко- и низкомолекулярные полипептиды и даже свободные аминокислоты. Хорошим источником его является гидролизат казеина, содержащий все важнейшие аминокислоты за исключением триптофана. Исследования физиологии видов рода *Coprinus* (Fries, 1955) показали, что существуют штаммовые различия в усвоении разных форм азота. Так, одни штаммы *C. fimetarius* Fr. способны усваивать нитраты, другие — нитриты. По отношению к высокомолекулярным углеводам были выделены виды, разлагающие только лигнин или только целлюлозу, или то и другое. Хорошо используется грибами в качестве источника органического азота мочевина.

Изменение концентрации азота в среде при одном и том же содержании углерода приводит к изменению количества и химического состава образуемого мицелия. В табл. 18 показано влияние концентрации в среде пептона и мочевины на образование мицелия у *Pleurotus ostreatus* (Бухало и др., 1975).

Для создания оптимальных условий роста мицелия необходимо правильное соотношение в среде углерода и азота. Обычно считают, что для роста разных видов высших базидиомицетов благоприятным является соотношение C : N от 8 : 1 до 20 : 1. Имеются данные о влиянии содержания азота на появление грибного запаха в мицелии (Litchfield, 1964).

Для нормального роста грибы нуждаются и в источниках минерального питания. В относительно больших количествах используются фосфор, калий, сера, магний и в небольших — железо, цинк, медь, марганец, кальций и др. Роль элементов минерального питания для роста съедобных грибов исследована очень мало и необходимо выяснение потребностей в них каждого конкретного культивируемого штамма.

Большинство изученных высших базидиальных грибов не могут развиваться на синтетических средах, так как нуждаются в витаминах. Гетеротрофность в отношении витамина  $B_1$  (тиамина) выделяет базидиомицеты среди других групп грибов. Тиамин принимает участие в углеводном обмене и влияет как на синтез, так и на расход углеводов. Грибы могут нуждаться в наличии в среде тиамин, одной из составляющих тиамин молекул пиримидина или тиазола, или же в обоих составных частях витамина  $B_1$ . Потребность грибов в витамине  $B_1$  не является абсолютной, а изменяется в зависимости от штамма, состава среды и др. Стимулирующее действие на рост некоторых съедобных грибов в жидких средах оказывают биотин, пиридоксин (витамин  $B_6$ ), рибофлавин, пантотеновая кислота, фолиевая кислота и др.

Имеются данные о том, что намного эффективнее и экономичнее использовать в качестве стимуляторов такие природные субстраты, как экстракты и отвары растений, автолизаты, содержащие целый комплекс витаминов, аминокислот и др. Проведенные нами исследования показали целесообразность использования в качестве стиму-



лирующих добавок в питательную среду отваров кормовых растений. Ниже представлены наши данные (Пидопличко, Бухало и др., 1974) о влиянии таких добавок на образование мицелия у *Pleurotus ostreatus* при выращивании на жидких средах, % к сухой массе мицелия в контроле:

Контроль (минеральная среда) —	100
Минеральная среда + витамин В <sub>1</sub> —	159
Минеральная среда + 0,1% отвара	
вики —	288
люпина —	282
гороха —	182
фасоли —	147
люцерны —	323
кукурузы —	165
овса —	208
клевера —	188

Одним из важнейших факторов, регулирующих рост базидиальных грибов в культуре, является концентрация водородных ионов в среде. Литература, имеющаяся по этому вопросу, немногочисленна, разрозненна, а иногда и противоречива. Имеются основания полагать (Биосинтетическая деятельность высших грибов, 1969), что большинство высших базидиальных грибов способны расти при довольно больших колебаниях кислотности, хотя для многих оптимум лежит в пределах рН 5—6. По данным Э. Мелина (Melin, 1924, 1925), О. Модесса (Modess, 1941), Н. М. Шемахановой (1962) и некоторых других авторов, настоящие микоризообразователи хорошо растут в кислой среде, хуже — в нейтральной, а в щелочной совсем не развиваются.

Таким образом, грибы, принадлежащие к одной и той же экологической или систематической категории (Биосинтетическая деятельность высших грибов, 1969), могут значительно отличаться по своему отношению к исходному значению кислотности среды, изменяя ее в процессе роста в благоприятную или неблагоприятную для роста сторону, что зависит как от состава питательной среды, так и физиологических особенностей гриба.

В. Рипачек (1967), изучавший дереворазрушающие грибы, указывает на свойство грибов, способных разрушать целлюлозу, регулировать кислотность среды до более низких значений рН по сравнению с лигниноразрушающими грибами. Он отмечает, что штаммы одного и того же вида, выделенные из разных местообитаний, отличаются по отношению к рН среды. О. П. Низковская и Н. М. Милова (1965), изучавшие влияние исходной реакции питательной среды на образование мицелия 15 видами (преимущественно из порядка *Aphyllphorales*), установили, что среди испытанных видов имелись культуры и с высокой и с низкой оптимальной кислотностью, а у 3 видов — *Flammulina velutipes*, *Pleurotus ostreatus*, *Piptoporus betulinus* — отмечено два оптимума кислотности.

Очевидно, что способность многих видов грибов расти при раз-

ных начальных значениях рН среды связана с их свойством изменять кислотность среды в сторону, благоприятную для их существования. Из испытанных нами такие виды, как *Boletus variegatus*, *Coprinus ephemerus*, *Panus tigrinus*, *P. conchatus*, *Marasmius oreades*, *Pholiota adiposa* и другие, в процессе роста выравнивали рН среды при всех исходных значениях, приближая кислотность среды к оптимальным для них значениям. Для проведения предварительных исследований, если рН среды не установлен заранее, можно рекомендовать использовать питательные среды с рН около 5,0, т. е. в тех пределах, в которых отмечен рост подавляющего большинства базидиомицетов как нами, так и другими исследователями.

Предварительно установив рН, оптимальный для роста культивируемого штамма, питательную среду перед автоклавированием доводят до нужного рН, учитывая, что автоклавирование несколько снижает рН. Для подщелачивания используют обычно концентрированную NaOH, для подкисления — концентрированную HCl, лимонную кислоту и др. Кислотность среды может значительно изменяться в процессе роста гриба. На изменение рН среды влияют источники азота, углерода, их соотношение в питательной среде, образование грибами в качестве продуктов метаболизма аммиака, органических кислот и т. д. Контроль за изменением рН среды ведется постоянно в процессе ферментации, и для поддержания нужного значения рН добавляют соответственно щелочь, мел, кислоту. Обычно для поддержания реакции питательных растворов на постоянном уровне применяют буферные системы. Для этой цели часто используют фосфатные буферы, так как фосфаты не ядовиты в концентрациях, обладающих хорошей буферной способностью (Lindeberg, 1944). Накопление в среде в качестве продуктов обмена органических кислот, жиров, в результате чего резко изменяется рН среды и падает урожай мицелия, может быть вызвано избытком в питательной среде углеводов.

Если для приготовления питательной среды используют только определенные химические соединения, что особенно важно для установления потребностей в различных компонентах питательной среды, то такая среда называется синтетической. Оптимальный же рост мицелия большинства изученных съедобных грибов получен на средах с добавлением различных сложных природных субстратов — дрожжевой автолизат, пивное сусло, мальц-экстракт, отвары, экстракты растений и т. д. Такие среды называются сложными. Полусинтетические среды помимо природных субстратов содержат также определенные химические соединения. При составлении питательных сред необходимо исходить из физиологических потребностей каждого конкретного культивируемого штамма. Для получения максимального роста культур применяют сложные полусинтетические среды. Органические субстраты, входящие в состав этих питательных сред, являются обычно также стимуляторами роста. Некоторые органические субстраты имеют, однако, непостоянный состав. По мере изучения физиологии высших базидиальных грибов растет

число предложенных питательных сред (Lindeberg, 1944; Treschow, 1944; Humfeld, Sugihara, 1949; Norkrans, 1950, 1953; Худяков, Возняковская, 1951; Lindeberg, Holm, 1952; Day e. a., 1953; Возняковская, 1954; Jennison, Newcomb, Henderson, 1955; Fries, 1955; Szuecz, 1956; Reusser, Spencer, Sallans, 1957; Szuecz, Yonkers, 1958; Низковская, Милова, 1961, 1965; Маттисон и др., 1966; Бухало, 1975). В каждом отдельном случае выбор среды зависит от эколого-физиологических особенностей культуры и поставленной задачи. Хотя на синтетических средах грибы растут обычно хуже, чем на сложных, эти среды широко используются для изучения потребности в различных питательных веществах.

## КОНТРОЛЬ ЧИСТОТЫ КУЛЬТУР И ИДЕНТИФИКАЦИЯ

При культивировании мицелия съедобных грибов на жидких средах особо важное значение приобретают идентификация культур базидиомицетов и контроль за чистотой культуры, начиная с момента выделения и кончая готовым продуктом. Уже в первые годы культивирования мицелия на жидких средах имели место ошибки, когда вместо съедобного гриба в промышленных масштабах культивировали несовершенный или низший гриб. Такова печальная судьба *Agaricus campestris*, фигурирующего в ряде работ (Humfeld, 1948; Humfeld, Sugihara, 1949, 1952; 1954; Reusser, Spencer, 1958; Mustafa, 1960) и впоследствии идентифицированного как *Beauveria* (*Molitoris*, 1962). Подобные ошибки можно объяснить недооценкой необходимости изучения культивируемого гриба в онтогенезе, точного знания его морфологии, четкой идентификации типов бесполого или вегетативного спороношения.

При выделении чистой культуры из плодовых тел или базидиоспор прежде всего необходимо правильно установить с помощью определителя вид гриба, исходя из морфологических признаков плодовых тел, собранных для выделения. После выделения мицелиальной культуры необходимо убедиться в том, что это действительно культура предполагаемого гриба, а также при дальнейшем культивировании постоянно осуществлять контроль за чистотой культуры по культуральным и морфологическим признакам. Если культура получена путем проращивания базидиоспор, то вероятность ошибки меньше, так как проращивание можно наблюдать непосредственно из базидиоспоры. Из базидиоспор вырастает первичный, гаплоидный мицелий, состоящий из тонких тонкостенных многоклеточных гиф. Возникновение вторичного, диплоидного мицелия у гетероталлических видов происходит при встрече вершинных клеток первичных мицелиев, возникших из разных спор, или же путем образования анастомозов между ветвями первичных мицелиев. У гомоталлических видов диплоидизация происходит обычно в результате образования анастомозов между ветвями одного и того же мицелия.

Мицелиальная культура, полученная из плодового тела, состоит

из диплоидного мицелия, для которого у многих высших базидиомицетов характерны так называемые пряжки. Наличие пряжек в мицелии служит несомненным доказательством принадлежности гриба к высшим базидиомицетам. Однако пряжки могут и отсутствовать у представителей этой систематической группы. Наличие или отсутствие пряжек на мицелии характерно для отдельных видов. Пряжки обнаружены на мицелии видов, относящихся к родам *Clitocybe*, *Collybia*, *Coprinus*, *Lepista*, *Nematoloma*, *Pleurotus*, *Marasmius*, *Oudemansiella*, *Pholiota*, *Flammulina*, *Schizophyllum*, *Kuehneromyces*, *Phallus*, и у большинства афиллофоральных грибов. Пряжки отсутствуют у многих видов родов *Agaricus* (Гарибова, Шалашова, 1973), *Amanita* и у *Boletus edulis* Fr., *Armillariella mellea*, *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Bond. et Sing., *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst., *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat. и др. У некоторых видов пряжки обильные, у других — единичные. За появлением пряжек нужно следить уже на самых ранних стадиях выделения в культуру, когда на инокулируемом и вокруг него на агаре начинает расти молодой мицелий, так как в более старых культурах пряжек иногда обнаружить не удастся. В некоторых случаях пряжки удастся заметить лишь со временем, после нескольких пересевов гриба на разные среды. Кроме пряжек имеется целый ряд микроскопических признаков, характерных для высших базидиомицетов, но встречающихся и у грибов из других систематических групп: анастомозы, медальоны, вздутия, тяжи, ризоморфы, инкрустированные гифы и др. При идентификации культур эти признаки следует принимать во внимание в совокупности со всеми морфолого-культуральными особенностями данного вида в условиях искусственной культуры.

Многие высшие базидиомицеты в условиях искусственной культуры образуют бесполое спороношение — конидии, оидии, хламидоспоры. Это *Flammulina velutipes*, *Cortinarius delibutus* Fr., *Pholiota adiposa*, *Ph. aurivella* (Fr.) Quél., *Laetiporus sulphureus*, *Panus tigrinus* и др. Необходимо точно установить тип конидиально-го спороношения, если таковое имеется, и сравнить с описанными в литературе для данного гриба. Простое указание на то, что гриб в культуре образует споры или, как их иногда неопределенно называют «вторичные», или «секундарные» («seconday»), споры, может привести к серьезным ошибкам. Конидиальные спороношения обычно имеют выраженную видовую специфичность. Хламидоспоры же, оидии, как правило, сходны у многих видов и родов. Если описание морфологических признаков выделяемого в культуру гриба отсутствует в литературе, то необходимо провести неоднократные выделения из разных плодовых тел, собранных в различных местообитаниях, и убедиться в идентичности полученных изолятов.

Важным признаком для характеристики вида являются скорость и характер роста на различных средах, окраска мицелия и субстрата, наличие тяжей, ризоморф, выделение эксудата, запах. В глубинной культуре мицелий съедобных грибов часто растет в виде различного размера мицелиальных клубочков или агломератов шаровид-

ной либо неправильной округлой формы. В культуральной жидкости наблюдается всегда также значительное количество обломков мицелиальных нитей. При росте некоторых грибов преобладают более крупные мицелиальные шарики, хотя при микроскопическом исследовании удается обнаружить и значительное количество мелких. В тех случаях, когда мы говорим о дисперсном росте, преобладают очень мелкие мицелиальные шарики или разной длины гифы, часто трудно различимые невооруженным глазом. В центральной части мицелиальный клубочек состоит из более или менее плотно переплетенных гиф. От периферической части отходят свободные гифы, иногда образующие длинные тяжи. В центральной части такой шаровидной колонии у некоторых грибов наряду с обычными тонкими встречаются утолщенные вздутые искривленные гифы. Размер мицелиальных шариков не является постоянным для каждого гриба, он может значительно изменяться от количества и дисперсности посевного мицелия, аэрации, состава питательной среды и т. д. Однако, очевидно, тенденция к дисперсному росту или росту в виде более крупных шариков у отдельных видов имеется. Образование очень крупных колоний наблюдалось нами у *Schizophyllum commune*, а также у гастеромицета *Scleroderma* sp. Интересно, что последний гриб при выращивании в колбах, когда посев производится с агаровых косяков, растет в виде одного или немногих больших комков мицелия.

Дисперсному росту мицелия, по данным разных авторов, способствует добавление в среду  $\text{CaCO}_3$  или агара (Szuecz, Yonkers, 1958; Robinson, Davidson, 1959; Биосинтетическая деятельность высших грибов, 1969). По нашим данным, добавление в питательную среду небольших количеств (0,01—0,1%) таких механических мелкодисперсных компонентов, как агар и  $\text{CaCO}_3$ , не оказывало заметного влияния на размер мицелиальных шариков. Добавление агара приводило к увеличению биомассы всех испытанных грибов; добавление  $\text{CaCO}_3$  отчетливо тормозило накопление биомассы у грибов, проявляющих тенденцию к образованию крупных колоний.

При выращивании съедобных грибов на жидких средах должен проводиться также постоянный микробиологический контроль. Вначале устанавливают чистоту и морфологическую однородность посевного материала. Чтобы убедиться в том, что посевной материал не загрязнен бактериями, его высевают на бульон и агар Хоттингера или МПБ с 0,5% глюкозы и МПА. Инкубацию проводят в течение 2—3 суток при температуре 37° С. Для выявления возможного загрязнения дрожжами или другими грибами производится посев на суловый агар или среду Чапека, при последующей инкубации при температуре 25° С и 37° С до 5 суток. В конце каждой ферментации необходимо произвести посев на агаровую среду выросшей в культиваторе мицелиальной культуры и сравнить ее культурально-морфологические признаки и микроскопическое строение с исходной культурой. В ряде случаев в процессе глубинной ферментации может произойти засорение и вытеснение мицелиальной куль-

туры съедобного гриба другим более быстро растущим мицелиальным грибом из несовершенных, фикомицетов и др.

В литературе имеется очень мало данных о морфологии базидиомицетов, растущих в глубинной культуре. На наличие вегетативных спор у *Agaricus blazei*, прорастающих при глубинном выращивании, указывают С. С. Блок и другие (Block, Stearns e. a., 1953). И. Штарка (Starka, 1955) отмечает наличие оидий у *Hypholoma hydrophilum* в культуре. Нами при изучении в глубинной культуре съедобных базидиальных грибов из разных экологических и систематических групп было отмечено наличие бесполого и вегетативного спорообразований (Бухало, 1973). Конидии наблюдались нами у *Pholiota adiposa*, *Ph. aurivella*, *Clitocybe nebularis*, *Russula decorans*, *Lycoperdon pyriforme*, *Laetiporus sulphureus*, *Sparassis crispa*; хламидоспоры у видов *Agaricus*, *Coprinus ephemerus*, *Lepista nuda*, *Calvatia caelata*, *C. excipuliformis*, *Fistulina hepatica*, *Laetiporus sulphureus*. В большинстве случаев такие же образования отмечены у этих грибов при росте на агаровых средах. Как правило, грибы, образующие при росте на агаризованных средах пряжки, сохраняют эту способность и в глубинной культуре.

Наиболее сложной задачей представляется идентификация неспороносящего вегетативного мицелия без пряжек. В таком случае необходимо провести дополнительные исследования с целью получения плодоношений. При этом должны быть использованы как методы, индуцирующие спороношения у несовершенных грибов и фикомицетов (Халабуда, 1973; Билай, Элланская, 1975), так и методы, индуцирующие образование плодоношений у базидиомицетов, о чем будет сказано ниже. Если у сомнительной культуры не удастся получить плодоношений или характерных бесполох спороношений, то принадлежность к базидиомицетам может быть достоверно установлена с помощью электронномикроскопического исследования по строению межклеточной перегородки (Moore, McAlear, 1962).

В настоящее время идентификация культур высших базидиомицетов представляет значительные трудности из-за отсутствия соответствующих пособий. Ключи для определения, главным образом, дереворазрушающих грибов по культуральным признакам приводят С. Ванин (1934), М. Ноблз (Nobles, 1965). М. Ноблз дает политомический ключ для определения 149 видов (114 видов семейства Polyporaceae, 21 вид семейства Thelephoraceae, 12 видов семейства Agaricaceae, 1 вид семейства Hydnaceae). Характеристику и описание чистых культур дереворазрушающих грибов можно найти также в работах У. Бавендамма (Bavendamm, 1939, 1951). Описание культур отдельных видов агарикальных и болетальных грибов приводят В. Я. Частухин и М. А. Николаевская (1969); характеристика культуральных признаков 57 видов грибов семейства Agaricaceae дана М. Семерджиевой (Semerdzieva, 1965).

Получение в культуре нормально развитых плодовых тел является наиболее надежным способом правильного определения культуры. Легко образуют плодовые тела в обычных лабораторных усло-

виях *Flammulina velutipes*, *Panus tigrinus*, *Nematoloma sublateritium* (Fr.) Karst., *Schizophyllum commune*, виды родов *Pholiota*, *Pleurotus*, *Coprinus* и др. Разными исследователями получены в условиях культуры плодовые тела многих афиллофоральных грибов из родов *Fomes*, *Phellinus*, *Coriolus* *Coriolellus*, *Coriolopsis*, *Coniophora*, *Ganoderma*, *Lenzites* и др. Попытки получения в культуре плодовых тел большинства микоризных грибов были неудачны. Из болетальных грибов плодовые тела в условиях культуры образуют виды родов *Phlebopus* и *Xerocomus*; зачатки плодовых тел наблюдаются у грибов из родов *Boletus*, *Leccinum*, *Pulveroboletus*. Отмечено образование в культуре плодовых тел гастеромицетов *Lycoperdon pusillus* Pers., *Cyathus stercoreus* (Schw.) De Toni.

Имеющийся в настоящее время экспериментальный материал по плодоношению базидиальных грибов в культуре, главным образом легкоплодоносящих, которые упоминались выше, позволяет указать на некоторые факторы, влияющие на образование плодовых тел. К ним относятся прежде всего свет, состав питательной среды, температура, влажность, аэрация. Однако ряд факторов внешней среды, а также генетическое и физиологическое состояние грибов, определяющие плодоношение в культуре, остаются почти не изученными.

Выделяют четыре стадии в онтогенетическом развитии высших базидиомицетов (Teng, 1966): стадию вегетативного роста, стадию зачатков, стадию развития плодовых тел, стадию образования базидиоспор. Каждая из них характеризуется особенностями физиологического состояния гриба, своеобразными метаболическими процессами, требованиями к условиям внешней среды. Условия, благоприятные для плодоношения, могут находиться в более узких пределах, чем для роста мицелия, или не совпадать.

Для получения плодовых тел хорошо плодоносящих видов, таких как *Flammulina velutipes*, *Panus tigrinus*, *Pleurotus ostreatus* и др., обычно используют тот же субстрат, на котором сохраняется в лаборатории культура гриба, — сусловый агар, мальц-агар и т. п. В качестве питательных субстратов для получения плодовых тел многих видов рекомендуется использовать пористые субстраты: смоченные разбавленным суслом или минеральной средой древесные опилки и древесную муку, мелко нарезанные веточки и хвою, высушенный ржаной хлеб с водой, кашу из хлебных крошек, размягченную в 40%-ном растворе лимонной кислоты. К этим субстратам можно также добавлять витамины, мальц-экстракт, дрожжевой экстракт, картофельный крахмал, муку различных зерновых культур, казеиновый гидролизат. Для дереворазрушающих грибов применяется среда Э. Бэдкока (Badcock, 1941, 1943), состоящая из древесной муки с добавкой костной муки, картофельного крахмала, сахара и древесной золы. Для получения плодовых тел можно использовать также следующие питательные среды:

Среда Планкетта (Plankett, 1953): сахароза, аспарагин — разные количества;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — 2,5 г;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  — 5 г;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — следы, вода дистиллированная — 1 л.

Среда Маделина (Madelin, 1956): глюкоза — 1 г;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  — 2 г;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — 0,2 г; дрожжевой экстракт — 3 г; вода — 1 л; агар — 20 г.

Среда Коха (Koch, 1958): глюкоза — 50 г; *D*-аланин — 0,5 г;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  — 1,0 г;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — 0,5 г;  $\text{FeCl}_3$  — 4,8 мг;  $\text{MnCl}_2$  — 9,9 мг;  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — 4,4 мг;  $\text{CaCl}_2$  — 40 мг; витамин  $\text{B}_1$  — 0,03 мг; вода дистиллированная — 1 л; агар — 15 г.

Среда Сугимори и других (Sugimori, Ogama, Omichi, 1971): этанол — 20 мл; дрожжевой экстракт — 1—3 г;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  — 0,3 г;  $\text{FeSO}_4$  — 3 мг;  $\text{MnSO}_4$  — 0,1 мг; тиамин — 0,03 мг; фолиевая кислота — 0,3 мг; никотиновая кислота — 0,3 мг; вода — 1 л.

Богатый питательными веществами субстрат, способствующий хорошему вегетативному росту мицелия, не всегда является оптимальным для образования плодовых тел. В некоторых случаях перенос гриба на бедную среду стимулирует плодоношение. Специальные исследования, проводимые в отношении отдельных видов, не позволяют пока установить четкой зависимости плодоношения от того или иного компонента питательной среды. В ряде случаев не наблюдается специфичности по отношению к источникам углерода и азота в связи с появлением плодовых тел. Оптимальный для плодоношения pH среды обычно лежит в более узких пределах, чем pH среды, благоприятный для мицелиального роста гриба. Оптимальным для плодоношения *Flammulina velutipes* является pH 5—6, для *Ganoderma lucidum* (Leyss. ex Fr.) Karst., *Lentinus edodes*, *Hericium erinaceum* (Fr.) Pers. — около 4, *Agaricus bitorquis* (Qué.) Sacc. — 5—6.

Стимулировать появление плодовых тел можно, если на поверхность колонии поместить кусочек плодового тела гриба, даже другого вида. В таком случае плодовое тело образуется на некотором расстоянии от стимулирующего кусочка. Получить плодоношение можно как на твердых, так и на жидких средах, однако на жидкой среде плодовые тела обычно появляются позднее.

Время появления плодовых тел различно в зависимости от вида и штамма гриба, условий выращивания и состояния культуры. Обычно плодовые тела появляются на достаточном количестве мицелия через 3—12 недель. У болятального гриба *Phleborus sulphureus* (Fr.) Sing. плодовые тела 8 см высотой были получены после пересевов в культуру в течение 2 лет. Ввиду длительного срока, предшествующего образованию плодовых тел, следует выращивать культуру на достаточном количестве питательной среды, лучше в колбах или больших пробирках. Для получения плодовых тел можно также использовать банки из-под варенья, бутылки с удаленным дном. В последнем случае бутылку заполняют опилками, закрывают с обеих концов корковыми или ватными пробками и производят посев через горлышко. Засеянные мицелием бутылки переворачивают вверх дном. Мицелий прорастает всю среду и в верхней части сосуда образуются плодовые тела, пробки к этому времени следует удалить.

Для получения плодовых тел некоторых видов рода *Agaricus* используется метод «чашечных половинок» Эгера (Гарибова, Сафрай, Шалашова, 1974), с помощью которого впервые были получены плодовые тела *Agaricus silvaticus*.



Чашки Петри наполовину заполняют компостированным конским навозом или таким же навозом в сочетании с дерновой почвой в соотношении 7 : 3, 1 : 1. Чашки с навозом стерилизуют и инокулируют мицелием, выращенным на зёрне с последующей инкубацией при 24° С. Через 10—14 суток после инокуляции пустую половинку чашки Петри засыпают увлажненной смесью дерновой земли, низинного торфа и мела в соотношении 2 : 1 : 0,03. Дальнейшую инкубацию чашек проводят под стеклянным колпаком при комнатной температуре и естественном освещении. При появлении зачатков плодовых тел земляной слой слегка увлажняют и чашки периодически вынимают из-под колпаков.

Температура, оптимальная для плодоношения, отличается у разных грибов и, очевидно, определяется экологическими условиями, в которых происходит плодоношение этих грибов в природе, и часто не совпадает с оптимальной температурой для роста мицелия. К группе грибов, у которых максимум плодоношения не выше 24° С, а оптимум около 20° С, относятся *Flammulina velutipes*, *Agaricus bisporus*, *Lentinus edodes*, *Pleurotus sapidus*, *Hericium erinaceus* и др. Для получения обильного плодоношения зимнего гриба — *Flammulina velutipes* необходимо понижение температуры до 5—10° С как минимум в течение 2 суток или до 15° С в течение 0,5 суток с последующей инкубацией при температуре не выше 20° С. Бурное образование плодовых тел этого гриба происходит при 10—15° С, в то время как оптимальная температура для роста мицелия находится между 22 и 26° С. Плодоношению *F. velutipes* способствуют колебания температуры между 5 и 20° С; увеличению числа плодовых тел *Serpula lacrymans* — снижение температуры до 13—14° С в течение 8 дней. К грибам с оптимумом плодоношения 20—24° С и максимумом 28° С относятся *Pholiota adiposa*, *Auricularia auricula-judae*, *Agaricus bitorquis*, *A. rubellus* Gill., *Tremella fuciformis* и др. К видам с оптимумом плодоношения 24—27° С и максимумом 30—36° С относятся *Oudemansiella radicata*, *Coprinus lagopus*, *Pleurotus rhodophyllus*, *Ganoderma lucidum* и др. Температура 25° С является благоприятной как для плодоношения *Coprinus lagopus*, так и для роста мицелия этого гриба.

Свет является одним из наиболее существенных условий для развития плодовых тел. У многих видов в темноте или при недостаточном освещении образуются лишь зачатки плодовых тел в виде цилиндрических или другой формы выростов. Интенсивность и продолжительность освещения влияют на сроки появления плодовых тел, их величину, окраску, форму, степень развития. Для получения плодоношения используют рассеянный солнечный или искусственный дневной свет. Образование плодовых тел у *Flammulina velutipes* и *Coprinus lagopus* стимулируется синей частью видимого спектра (наиболее эффективен свет с длиной волны 520 мк). Появлению большого количества спорофоров у *Lenzites abietina* способствует освещение фиолетовой частью спектра, в меньшей степени — синей, зеленой, желтой и красной. Для образования плодовых тел целого ряда высших базидиомицетов эффективен свет голубой части спектра, очень слабое действие оказывает красный цвет.

Потребность разных видов в освещении для образования нор-

мальных плодовых тел различна. На первых стадиях развития зачатков плодовых тел достаточно незначительного освещения. Для образования зачатков плодовых тел у *Rapus fragilis* необходимо лишь 1,5 ч дневного освещения, для образования же сформированных плодовых тел — более 6 ч. Для образования плодовых тел *Polyporus versicolor* Fr. требуется освещение 1000 лк в течение не менее 8 ч; *Pleurotus ostreatus* — 2—8 тыс. лк в течение 14 ч. Плодовые тела *Flammulina velutipes* могут быть получены лишь при слабой силе света. Образование зачатков плодовых тел без света может происходить у *Auricularia auricula-judae*, *Pholiota adiposa*, *Flammulina velutipes*, *Agaricus bitorquis* и некоторых других. Свет необходим для образования зачатков и развития плодовых тел *Ganoderma lucidum*, *Lentinus edodes*, *Armillariella mellea*, *Volvariella bombycina* (Fr.) Sing., *Pleurotus sapidus* Kalchbr., *Tremella fuciformis* Berk. и др. Увеличение дневного периода освещения и интенсивности света приводит обычно к более раннему и обильному образованию плодовых тел, их нормальному формированию и пигментации.

Аэрация и влажность оказывают влияние на образование и формирование плодовых тел. Снабжение культур свежим воздухом, относительной влажностью 80—90% благоприятно сказывается на развитии плодовых тел. При высоком содержании в среде CO<sub>2</sub> наблюдается появление абортивных плодовых тел и задержка развития шляпки, изменяются ее размеры и появляются морфологические изменения. Если воздух не обновляется, то могут образовываться лишь зачатки плодовых тел. К образованию ненормальных шляпок, появлению новообразований может приводить воздействие паров минеральных масел, каменноугольного дегтя и др. При низкой транспирации происходит уменьшение числа плодовых тел, подавление роста шляпки, особенно у грибов семейства *Polyporaceae*. Полученные в культуре плодовые тела должны быть идентифицированы по морфологическим признакам, описанным в литературе для плодовых тел, произрастающих в природных условиях.

### ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ КУЛЬТУРАЛЬНОГО МИЦЕЛИЯ

Шляпочные грибы привлекают внимание прежде всего как потенциальный источник питательной белковой пищи. С первых же шагов по выращиванию грибного мицелия на жидких средах для пищевых целей особое внимание было уделено сравнительному изучению химического состава и питательной ценности культурального мицелия и плодовых тел, произрастающих в природе. Было установлено, что в культуральном мицелии содержание белка часто выше, чем в плодовых телах (Hattula, Gyllenberg, 1969) и достигает у некоторых видов 50% и более. Показано, что культуральный мицелий и плодовые тела идентичны по качественному аминокислотному составу, в них обнаружены все незаменимые аминокислоты (табл. 19). Более низкое содержание метионина и валина, как это следует из

данных Г. Г. Гилленберга и М. Л. Хаттулы (Hattula, Gyllenberg, 1969), очевидно, специфично для исследованных грибов финской флоры, так как не подтверждается на представителях украинской флоры (табл. 19). Опыты, проведенные этими же авторами по глубинному культивированию масленка — *Boletus luteus*, показали, что культуральный мицелий не только не уступает по своим питатель-

Таблица 19

Количественное содержание аминокислот в белках разных грибов, г на 16 г белкового азота

Аминокислота	Различные съедобные грибы (Hattula, Gyllenberg, 1969)		Мицелий <i>Pleurotus ostreatus</i> (Бухало и др., 1975)
	плодовое тело	мицелий	
Аспарагиновая кислота	6,06—10,09	2,66—9,92	6,1
Треонин	2,07—5,23	1,83—5,32	4,2
Серин	2,57—5,10	2,10—5,24	3,6
Глутаминовая кислота	6,52—15,31	3,41—13,72	8,5
Пролин	2,76—5,44	2,69—5,75	3,3
Глицин	3,32—5,55	1,96—4,70	11,6
Аланин	2,83—6,31	3,82—5,78	3,03
Валин	0—0,80	0—1,57	5,0
Цистин	3,47—5,78	1,66—5,87	—
Метионин	0—0,80	0—1,08	2,3
Изолейцин	0—6,39	0—14,13	5,8
Лейцин	0—8,82	2,01—8,09	3,5
Тирозин	0—4,62	1,12—3,86	1,6
Орнитин	0—3,93	0—1,09	—
Триптофан	1,32—3,17	1,24—3,72	0,3
Лизин	3,31—6,14	1,35—8,39	5,3
Гистидин	1,91—3,44	0,91—3,44	2,3
Аргинин	3,31—6,77	1,61—8,39	6,0

ным свойствам плодовым телам, произрастающим в природе, но имеет более высокую пищевую ценность. Высокое содержание также водорастворимых витаминов позволило авторам сделать вывод о том, что полученный глубинно культуральный мицелий может служить хорошей пищевой добавкой.

Уровень содержания отдельных аминокислот в культуральном мицелии обусловлен штаммовыми различиями, составом питательной среды и изменяется с возрастом мицелия. Наиболее богатый набор аминокислот (до 22) содержится в грибах, относящихся к родам *Boletus* и *Agaricus*. У отдельных видов подробно изучены жирные кислоты, полисахариды (Hattula, Gyllenberg, 1969; Shida, Matsuda, 1974). На IX Международном конгрессе по культивированию съедобных грибов японские исследователи сообщили об идентификации нескольких новых специфических аминокислот (Hatanaka

е. а., 1974). Высказывается предположение, что наличие именно этих аминокислот и обуславливает специфический вкус грибов.

Проведенные эксперименты (Edozein е. а., 1970) показали, что потребление человеком нуклеиновых кислот микробного происхождения не должно превышать 2 г в день, что составляет примерно 35 г белка из микробного продукта. В связи с этим стоит задача предотвращения образования или удаления РНК после ферментации. Содержание РНК может быть снижено за счет понижения скорости роста или уменьшения общего количества белка. Для удаления

Таблица 20

Содержание тиамина и рибофлавина в плодовых телах и культуральном мицелии видов рода *Marasmius*, мг на 1 кг абсолютно сухого вещества (Зерова и др., 1970)

Вид гриба	Плодовые тела	Мицелий	Плодовые тела	Мицелий
	Тиамин		Рибофлавин	
<i>M. alliaceus</i>	4,34	13,60	12,60	14,00
<i>M. prasioemus</i>	5,99	16,90	11,56	11,52
<i>M. scorodonius</i>	5,52	47,40	16,44	24,30
<i>M. oreades</i>	4,34	13,60	12,70	14,00

РНК после ферментации используется тепловая шоковая обработка с двумя последующими инкубационными стадиями (Maul, Sinskey, Таппенбаум, 1970) или обработка клеток  $\text{NH}_4\text{OH}$  при pH 9,0—10,5 с нагреванием при 120° С в течение 10 мин.

Факт идентичности качественного состава белка плодовых тел и культурального мицелия вполне объясним с точки зрения морфологического строения плодовых тел, которые слагаются не из дифференцированной ткани, а из вегетативных гиф.

Плодовые тела многих съедобных грибов содержат значительное количество витаминов группы В, витамины С, D, РР и другие. Установлен факт высокого содержания рибофлавина у сыроежек: количество рибофлавина у исследованных видов *Russula* превышало его содержание в листовых и овощных культурах. Эргостеролом наиболее богаты грибы, относящиеся к родам *Boletus* и *Agaricus*. По литературным данным (Jennison е. а., 1957; Шиврина и др., 1965; Шиврина, Низковская, 1966; Hattula, Gyllenberg, 1969), содержание витаминов в плодовых телах разных съедобных грибов (мг/кг сухого вещества) колеблется в следующих пределах:

$\text{B}_1$  (тиамин) — от 1,0 до 130

$\text{B}_2$  (рибофлавин) — от 36 до 2100

$\text{B}_{12}$  — от 0,007 до 1,4

РР (никотиновая кислота) — от 300 до 1600

С (аскорбиновая кислота) — от 500 до 5000

Богат витаминами и культуральный мицелий: количественное содержание в нем витаминов часто выше, чем в плодовых телах (табл. 20). Питательная ценность грибного белка в значительной степени определяется его перевариваемостью. Данные отдельных авторов о перевариваемости грибного белка разных видов различаются. Это можно объяснить тем, что перевариваемость зависит от степени измельченности гриба. Перевариваемость, например, белого гриба, лисички, шампиньона приравняется к перевариваемости ржаного хлеба (Lintzel, 1941).

В нашу задачу не входит дать полную характеристику химического состава и пищевой ценности съедобных грибов, по этому вопросу имеется обширная литература, которая обобщена в монографии А. И. Шивриной с соавторами (Биосинтетическая деятельность высших грибов, 1969). Нам хотелось лишь подчеркнуть, что по своим вкусовым и питательным свойствам мицелий, полученный в культуре, идентичен плодовым телам этих грибов, произрастающим в природных условиях; более того, подбирая состав питательной среды, можно значительно повысить в нем содержание белка, витаминов, аминокислот. Важно также, что тысячелетний опыт употребления в пищу этих грибов ликвидирует проблему психологического барьера, неизбежно возникающего, когда для пищевых целей пытаются использовать непривычные для человека источники белка — бактерии, водоросли и т. д.

Путем выращивания мицелия съедобных грибов на жидких средах грибной белок, апробированный в качестве пищевого продукта вековым опытом человечества, может быть получен в любое время года в необходимом количестве на недефицитных средах, причем в культуре практически может быть выращен любой вид, в то время как плодовые тела подавляющего большинства наиболее ценных микоризообразующих грибов пока не могут быть получены в искусственных условиях из-за их биологических особенностей.

## ЛИТЕРАТУРА

- Билай В. И. Основы общей микологии. К., «Вища школа», 1974. 395 с.
- Билай В.И., Элланская И. А. Метод микрокультуры для получения типичного конидиеобразования у фузариев.— Микология и фитопатология, 1975, 9, № 1, с. 74—76.
- Биосинтетическая деятельность высших грибов. Л., «Наука», 1969. 243 с. Авт.: А. Н. Шиврина, О. П. Низковская, Н. Н. Фалина и др.
- Бисько Н. А. Вирусные болезни шампиньона.— В кн.: Производство высших съедобных грибов в СССР. К., 1978, с. 18—24.
- Буковский Т. Разведение шампиньонов. М., Сельхозгиз, 1956. 72 с.
- Буковский Т. Шампиньоны. М., Сельхозгиз, 1970. 156 с.
- Бухало А. С. Современные методы культивирования и перспективы промышленного использования высших базидиомицетов.— Материалы III Закавказ. конф. по спорным растениям. Тбилиси, 1968, с. 15—20.
- Бухало А. С. Ріст міцелію їстівних грибів в умовах культури.— Мікробіол. журн. 1971, 33, № 6, с. 717—718.
- Бухало А. С. Рост съедобных базидиомицетов в глубинной культуре.— Микология и фитопатология, 1973а, 7, № 4, с. 348—353.
- Бухало А. С. Выделение и изучение высших базидиальных грибов.— В кн.: Методы экспериментальной микологии. К., 1973 б, с. 208—223.
- Бухало А. С., Пархоменко Л. П., Мартиненко М. М. Вирощування міцелію плівкота черепичастого (*Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kunt.) у чистій культурі.— Мікробіол. журн., 1975, 37, № 2, с. 181—184.
- Бухало А. С., Пархоменко Л. П., Марченко М. Н. Влияние различных источников углерода и азота в синтетических средах на рост базидиомицетов.— Микология и фитопатология, 1972, 6, № 3, с. 241—244.
- Бухало А. С., Пархоменко Л. П., Марченко М. Н. Культуральное изучение съедобных базидиальных грибов.— В кн.: Современные успехи микологии и лихенологии в Советской Прибалтике. Тарту, 1974, с. 15—18.
- Ванин С. И. Методы исследования грибных болезней леса и повреждений древесины. Л., Гослестехиздат, 1934. 241 с.
- Васильева Л. Н. Съедобные грибы Дальнего Востока. Владивосток, Дальневост. кн. изд-во, 1971. 245 с.
- Васильков Б. П. Съедобные и ядовитые грибы средней полосы Европейской части СССР. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948. 187 с.
- Вассер С. П., Гарибова Л. В., Мокеева В. Л. Морфометрія спор і таксономія роду *Agaricus* Fr. emend. Karst.— Укр. ботан. журн., 1976, 33, № 3, с. 246—251.
- Вассер С. П., Дудка І. О., Фрід О. Ф. та ін. Проблема штучного культивування грибів та шляхи її дослідження.— Вісн. АН УРСР, 1976, 40, № 11, с. 63—70.
- Вешенка обыкновенная. К., «Наук. думка», 1976. 110 с. Авт. И. А. Дудка, В. В. Шепя, С. П. Вассер и др.
- Возняковская Ю. М. Проблема микоризы и ее практическое значение.— Микробиология, 1954, 23, № 2, с. 204—208.
- Гарибова Л. В. Некоторые вопросы селекции моноспоровых штаммов шампиньона *Agaricus bisporus* (Lange) Trecshow.— Вестн. Моск. ун-та, Биология, почвоведение, 1964, № 2, с. 44—51.

- Гарибова Л. В. Метод создания искусственных многоспоровых штаммов культивируемого шампиньона.— Науч. докл. высш. школы. Биол. науки, 1966, № 2, с. 104—106.
- Гарибова Л. В. Об устойчивости моноспоровых штаммов культивируемого шампиньона к «микогонной» болезни.— Науч. докл. высш. школы. Биол. науки, 1968, № 1, с. 102—108.
- Гарибова Л. В. Селекция культивируемого шампиньона.— В кн.: Генетические основы селекции микроорганизмов. М., 1969а, с. 239—260.
- Гарибова Л. В. О возможности использования мутагенных факторов в селекции культивируемого шампиньона.— Микология и фитопатология. 1969б, 3, № 2, с. 120—124.
- Гарибова Л. В. Номенклатура, таксономия и происхождение культивируемого шампиньона.— Микология и фитопатология, 1970, 4, № 3, с. 201—208.
- Гарибова Л. В. Культивирование съедобных шляпочных грибов.— Микология и фитопатология, 1971, 5, № 4, с. 374—380.
- Гарибова Л. В., Сафрай А. И., Шалашова Н. Б. Условия плодоношения некоторых видов рода *Agaricus* Fr. emend. Karst.— Микология и фитопатология, 1974, 8, № 3, с. 259—264.
- Гарибова Л. В. Фролова Е. Н. Некоторые вопросы методики селекции культивируемого шампиньона.— Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. 1971, № 4, с. 112—116.
- Гарибова Л. В., Шалашова Н. Б. Наличие пражек на мицелии видов рода *Agaricus* sp.— Микология и фитопатология, 1973, 7, № 3, с. 231—232.
- Гинзбург А. С. Сушка пищевых продуктов. М., Пищепромиздат, 1960. 683 с.
- Гинзбург А. С. Основы теории и техники пищевых продуктов. М., «Пищ. пром-сть», 1973. 528 с.
- Грачев Е. О разведении шампиньонов (навозников).— В кн.: Вестник Российского общества садоводства. М., 1861, с. 1—57.
- Громов Н. Г. Шампиньоны. М., Сельхозгиз, 1957. 168 с.
- Громов Н. Г. Шампиньоны. Изд. 2-е. М., Сельхозгиз, 1960. 176 с.
- Девочкин Л. А. Промышленная технология производства шампиньонов. Отчет о науч. стажировке в Нидерландах. М., ВНИИТЭИСХ, 1972. 32 с.
- Девочкин Л. А. Особенности производства шампиньонов в Голландии.— Картофель и овощи, 1973, № 10, с. 44—45.
- Девочкин Л. А. Шампиньоны. М., «Колос», 1975. 112 с.
- Дудка І. О., Шеня В. В., Вассер С. П. та ін. Методика виробництва і зберігання міцелію *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Кумп.— Укр. ботан. журн., 1976а, 33, № 5, с. 537—542.
- Дудка І. О., Шеня В. В., Вассер С. П. та ін. Культуральні особливості штамів вищих базидіоміцетів з родів *Pleurotus* (Fr.) Quel. та *Lentinus* Fr. — Укр. ботан. журн., 1976б, 33, № 6, с. 582—596.
- Дудка І. О., Шеня В. В., Яковенко О. З. та ін. Культивування їстівних шапинкових грибів: стан та перспективи.— Укр. ботан. журн., 1975, 32, № 6, с. 795—801.
- Жемойц А. А. Выращивание шампиньонов.— Сел. хоз-во за рубежом. Растениеводство, 1970, № 7, с. 26—28.
- Жемойц А. А., Орехов В. К. Выращивание шампиньонов в СССР и за рубежом. М., ВНИИТЭИСХ, 1974. 59 с.
- Забуженин А. А., Ракевич Д. В., Тарасов В. А. Опыт выращивания шампиньонов в комбинат № 2 «Заречье».— В кн.: Выращивайте шампиньоны. М., 1958, с. 19—38.
- Захарич Ф. Ф. Пищевые грибы Белоруссии. Минск, «Наука и техника», 1950. 126 с.
- Зверев Н. Л., Вишневский Б. Л. Выращивание шампиньонов совместно с овощными растениями.— В кн.: Выращивайте шампиньоны. М., 1958, с. 47—56.
- Зерова М. Я. Їстівні та отруйні гриби України. Вид. 1-е. К., Вид-во АН УРСР, 1963. 138 с.
- Зерова М. Я. Їстівні та отруйні гриби України. Вид. 2-е. К., «Наук. думка», 1970. 138 с.

- Зерова М. Я., Вассер С. П. Істівні та отруйні гриби Карпатських лісів. Ужгород, «Карпати», 1972. 128 с.
- Зерова М. Я., Дудка І. О., Роженко Г. Л. Про життєздатність агарикального гриба *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Quél.— Укр. ботан. журн., 1966, 23, № 6, с. 59—62.
- Зерова М. Я., Дудка І. А., Роженко Г. Л. К вопросу о жизнеспособности высших базидиальных грибов.— *Acta mycol.*, 1968, 4, № 2, p. 341—344.
- Зерова М. Я., Дудченко Л. Г., Роженко Г. Л. Види роду *Marasmius* в культурі як джерело білку та вітамінів.— Укр. ботан. журн., 1970, 27, № 6, с. 753—757.
- Иванов И. Х., Дренски А., Чортанова С. Диворастиащи и культивирани гъби. София, «Техніка», 1965. 18 с.
- Ильченко С. Г., Марх А. Т., Фан-Юнг А. Ф. Технология консервирования и технико-химический контроль. М., Пищепромиздат, 1958. 508 с.
- Калмизэс У. Опыты по выращиванию шампиньонов на искусственном субстрате.— Материалы VI симпозиума микологов и лихенологов Прибалт. республик. Рига, 1971, с. 192—196.
- Касаткин А. Ф. Шампиньоны. Минск, «Ураджай», 1972. 62 с.
- Кичинов Н. И. Культура шампиньонов у русских огородников. М., Госиздат 1921. 84 с.
- Клюшник П. И. О микоризе дуба.— Лес. хоз-во, 1951, № 4, с. 31—35.
- Клюшникова Е. С. К вопросу о половой дифференцировке культурного шампиньона (*Psalliota campestris* Fr.).— Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол., 1938, 47, № 1, с. 30.
- Клюшникова Е. С. Четырехспоровая дикая *Psalliota campestris* Fr., ее особенности и отличия от культурной двуспоровой формы шампиньона.— Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол., 1939, 48, № 5-6, с. 53—58.
- Клюшникова Е. С., Веткина В. П., Васильев В. В., Цукерман Р. В. Общие условия культуры шампиньонов, грунты, расовый состав и прорастание спор.— Учен. зап. Моск. ун-та, 1935, вып. 4, с. 218—223.
- Кудревич М. А. Шампиньоны — доходная культура.— В кн.: Выращивайте шампиньоны. М., 1958, с. 39—46.
- Курсанов Л. И. Микология. М., Учпедгиз, 1940. 480 с.
- Кушнарев С. Производство шампиньонов.— Картофель и овощи, 1969, № 12, с. 23—25.
- Латоски А. Исследования във връзка с използването на препарата Schell D—D против нематодите и гъбопроизводството. Градинарство, 1966, 8, № 12, с. 26—28.
- Латышев Д. И. Культура шампиньонов в овощных теплицах.— В кн.: Выращивайте шампиньоны. М., 1958, с. 3—18.
- Марх А. Т., Кржевова Р. В. Химико-технический контроль консервного производства. М., Пищепромиздат, 1955. 419 с.
- Маттисон Н. Л., Низковская О. П., Сивочуб О. А. Целлюлазная активность культуральных фильтратов оокаймленного трутовика.— В кн.: Продукты биосинтеза высших грибов и их использование. М.— Л., 1966, с. 21—27.
- Маттисон Н. Л., Фалина Н. Н., Пасскель Г. Г. Активность целлюлолитических ферментов культуральных фильтратов *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst. в зависимости от состава питательной среды.— В кн.: Продукты биосинтеза высших грибов и их использование. М.— Л., 1966, с. 14—20.
- Маттисон Н. Л., Фалина Н. Н., Якимов П. А. и др. Протеолитическая активность дереворазрушающих грибов в связи с синтезом белка и биомассы.— В кн.: Кормовые белки и физиологически активные вещества для животноводства. М.— Л., 1965, с. 33—38.
- Меркулов А. А. Выращивайте шампиньоны. Одесса, Обл. кн. изд-во, 1960. 46 с.
- Михайловский Л. В. Виды вешенок из рода *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm. в СССР.— Новости систематики низших растений, 1974, 11, с. 211—219.
- Мухин В. Новое в агротехнике шампиньонов.— Картофель и овощи, 1972, № 11, с. 46—47.
- Наценцов Д. Шампиньоны.— Картофель и овощи, 1966, № 8, с. 36—39.
- Наценцов Д. Н., Вейнгардт Н. Г. Шампиньоны. М., Сельхозгиз, 1937. 56 с.



- Недялков Б. Отглеждане на печурка в тютюневи сушилни.— Градинарство, 1973, 15, № 4, с. 36—37.
- Непрерывное брожение и выращивание микроорганизмов.— Материалы совещ., проведенного Ин-том микробиологии АН СССР. Под ред. Н. Д. Иерусалимского. М., 1960. 128 с.
- Непрерывное культивирование микроорганизмов. Под общ. ред. И. Малека, З. Фенцла. М., «Пищ. пром-сть», 1968. 545 с.
- Низковская О. П., Милова Н. М. Влияние источников углерода на образование осаждаемого пигментного комплекса культурной чаги.— В кн.: Комплексное изучение физиологически активных веществ низших растений. М.— Л. 1961, с. 33—39.
- Низковская О. П., Милова Н. М. К сравнительно-физиологической характеристике грибов из порядков Афиллофоровых и Агариковых в культуре.— В кн.: Кормовые белки и физиологически активные вещества для животноводства. М.— Л. 1965, с. 6—11.
- Николаева Т. Л. Культура шампиньонов. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1955. 60 с.
- Панов М. А. Шампиньоны. М., Сельхозгиз, 1950. 48 с.
- Панов М. А. Выращивание шампиньонов. М., Госторгиздат, 1956. 138 с.
- Пидопличко Н. М., Бухало А. С., Пархоменко Л. П., Марченко М. Н. Штамм съедобного гриба *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm. ИМВ-1300 — производитель биомассы. А. с. № 427993, опубли. 15.05.74.
- Прищип Л. Н. 8,3 килограмма шампиньонов с квадратного метра зимней теплицы. В кн.: Передовой опыт овощеводов защищенного грунта. М., 1962, с. 49—55.
- Работнова И. Л. Исследования физиологического состояния микроорганизмов при непрерывном хемотропном культивировании.— В кн.: Теория и практика непрерывного культивирования микроорганизмов. (Итоги науки и техники. Сер. Микробиология. Т. 4). М., 1975, с. 5—52.
- Ранчева Цв. Заместители на конския тор в гъбопроизводството.— Градинарство, 1965а, 7, № 2, с. 28—30.
- Ранчева Цв. Производство на гъбо печурки. София, Земиздат, 1965б. 200 с.
- Ранчева Цв. Полусинтетичен компост за культивираната печурка от какалашки и слама.— Градинарство, 1968, 10, № 5, с. 41—45.
- Ранчева Цв. Универсален компост за культивирана на печурка с немалено участие на кожи тор.— Градинарство, 1969, 11, № 8, с. 38—42.
- Ранчева Цв. Проучване върху някои заместители на конския тор в гъбопроизводството. 2. Компост за культивирана печурка с участие на царевичак, слама и птичи тор.— Градин. и лозарска наука, 1971, 8, № 5, с. 135—140.
- Ранчева Цв. Болести и неприятели по печурката и борбата с тех.— Градинарство, 1972а, 14, № 4, с. 38—42.
- Ранчева Цв. Важни болести и неприятели по печурката и борбата с тех.— Градинарство, 1972б, 14, № 10, с. 35—40.
- Ранчева Цв. Проучване върху някои заместители на конския тор и гъбопроизводството. 3. Компост за культивирана печурка без участие на органични торове и добавки, съдържащи протеин.— Градин. и лозарска наука, 1973, 10, № 1, с. 105—112.
- Рипачек В. Биология деструктивных грибов. М., «Лес. пром-сть», 1967. 276 с.
- Рыбкина К. В. Шампиньоны. Л., «Колос», 1971. 60 с.
- Свиренко А. Доходная культура грибов. Спб., П. П. Сойкин, 1910. 40 с.
- Семенов В. Ф., Мищенко А. С., Мороз Л. В., Бухало А. С. и др. Ферментер для поверхностного культивирования съедобных грибов. А. с. № 340695, опубли. 05.06.72.
- Серганина Г. И. Съедобные и ядовитые грибы. Минск, «Наука и техника», 1967. 182 с.
- Сили И. Актуални проблеми на растителната защита при культивираната печурка в кооператива «Дуна» край Будапеща.— Градинарство, 1970, 12, № 5, с. 43—46.
- Скробанский Г. Г., Вышепан А. Г., Мельман М. Е. Технико-химический контроль плодовоощного производства. К., Гостехиздат УССР, 1955. 300 с.

- Стаменов П. Овчарниците — подходящи помещения за отглеждане на гъби печурки.— Градинарство, 1962, 4, № 11, с. 7—10.
- Столлер Б. Шампиньоны. Теория и практика выращивания. М., Изд-во иностр. лит., 1956. 88 с.
- Сублимационная сушка пищевых продуктов растительного происхождения. М. «Пищ. про-сть», 1975. 336 с. Авт.: В. Г. Поповский, Л. А. Бантыш, Н. Т. Ивасюк и др.
- Торев А., Запryanов Й. Образование плодовых тел у *Panus tigrinus* (Fr.) Sing. путем инокуляции мицелием, выращенным в погруженной культуре.— Микология и фитопатология, 1973, 7, № 1, с. 57—58.
- Тот К. Вешенки на конвейере.— Наука и жизнь, 1975, № 5, с. 136—137.
- Фалина Н. Н., Андреева С. М. К вопросу о питательной ценности культурального мицелия высших грибов.— В кн.: Кормовые белки и физиологически активные вещества для животноводства. М.— Л., 1965, с. 46—49.
- Фалина Н. Н., Маслова Р. А., Якимов П. Д. и др. Некоторые итоги изучения базидиальных грибов как источника получения кормового белка и дефицитных аминокислот.— Растит. ресурсы, 1965, 1, № 1, с. 122—127.
- Халабуда Т. В. Грибы рода *Mortierella* Coemans. М., «Наука», 1973. 208 с.
- Худяков Я. П., Возняковская Ю. М. Чистые культуры микоризных грибов.— Микробиология, 1951, 20, № 1, с. 13—19.
- Частухин В. Я., Николаевская М. А. Биологический распад и ресинтез органических веществ в природе. Л., «Наука», 1969. 323 с.
- Черепанин К. Н. Культура шампиньонов на навозно-мусорном грунте в различных помещениях.— В кн.: Выращивайте шампиньоны. М., 1958, с. 57—75.
- Чермних Л. М. Культура шампиньонів. К., Держсільгоспвидав УРСР, 1961. 67 с.
- Чолева Б. Вертицилийно увяване по печурката у нас.— Градинарство, 1962а, 4, № 5, с. 26—28.
- Чолева Б. Фузариеното увяване по печурката у нас.— Градинарство, 1962б, 4, № 12, с. 25—27.
- Чолева Б. По важни неприятели по печурката у нас.— Градинарство, 1962в, 4, № 9, с. 21—24.
- Чолева Б. Възможности за борба с някои переносители на нематодна зараза в нашите гъбарници.— Градинарство, 1967, 9, № 5, с. 45—46.
- Шандорни У. Вирусна болест по печурката.— Градинарство, 1964, 6, № 11, с. 27—29.
- Шелудько Г. Шампиньоны.— Картофель и овощи, 1962, № 7, с. 37—39.
- Шемаханова Н. М. Микотрофия древесных пород. М., Изд-во АН СССР, 1962. 276 с.
- Шлегель Г. Общая микробиология. М. «Мир», 1972. 476 с.
- Шиврина А. Н., Корякина Л. Н., Якимов П. А. Содержание витамина  $B_{12}$  в трутовых и агариковых грибах.— В кн.: Кормовые белки и физиологически активные вещества для животноводства. М.— Л., 1965, с. 65—72.
- Шиврина А. Н., Низковская О. П. О биосинтезе некоторых ароматических соединений дереворазрушающими грибами.— Изв. АН СССР. Сер. биол., 1966, № 2, с. 287—294.
- Шудыга К. Кольцевик. М., «Лес. пром-сть», 1975. 68 с.
- Ячевский А. А. Основы микологии. М.— Л., Ленсельхозгиз, 1933. 1035 с.
- Allard C. Sur les Myceliophthora du champignon de couche (*Psalliota hortensis* Cooke).— Ann. Epyphyt., 1961, 12, N 3, p. 263—291.
- Arkenbout J. De invloed van ventilatie en buitenklimaat op de verdamping van water uit de dekaarde.— Champignoncultuur, 1968а, 12, N 3, blz. 79—81.
- Arkenbout J. Het klimaat in champignonhuizen.— Champignoncultuur, 1968b, 12, N 7, blz. 220—223.
- Arkenbout J. Toepassing van luchtfilters bij de ventilatie van champignonhuizen.— Champignoncultuur, 1968c, 12, N 10, blz. 350—355.
- Atkins F. C. Mushroom growing today. London, Faber and Faber, 1955. 116 p.
- Atkins F. C. Guide to mushroom growing. London, Faber and Faber, 1974. 122 p.
- Atkins P., Atkins F. C. Major diseases of the cultivated mushroom.— Mushroom Grow. Assoc. Bull., 1971, N 260, p. 361—382.

- Atkinson G. F. The development of *Agaricus campestris*.— Bot. Gaz., 1906, N 42, p. 241—264.
- Badcock E. New methods in the cultivation of wood-rotting fungi.— Trans. Brit. Mycol. Soc., 1941, 25, N 2, p. 200—205.
- Badcock E. C. Methods for obtaining fructifications of wood-rotting fungi in culture. Trans. Brit. Mycol. Soc., 1943, 24, N 1, p. 127—132.
- Baldás S., Cyurkó P., Koronczy I. e. a. Gombatermesztés. Budapest, Mazögazdasági Kiado, 1973. 239 old.
- Bavendamm W. Erkennen, Nachweis und Kultur der Holzverfärbenden und holzzerstörenden Pilze.— Handb. biol. Arbeitsmeth., 1939, 12, N 2/11, S. 929—1120.
- Bavendamm W. Mikroskopisches Erkennen und Bestimmen von holzbewohnenden und holzzerstörenden Pilzen. Ed. H. Freund.— Handb. Mikrosk. Techn. 1951, 1, N 5, S. 817—842.
- Belisle O. Canadian market frozen mushroom.— Grower, 1964, 62, N 21, p. 956.
- Bels-Koning H. C. Experiments with casing soils, water supply and climate.— Mushroom Sci., 1950, 1, p. 78—84.
- Berwyn-Jones M. Absolute air filtration.— Mushroom Grow. Assoc. Bull., 1971, N 254, p. 62—64.
- Block S. S. Developments in the production of mushroom mycelium in submerged culture.— J. Biochem. Microbiol. Technol., 1960, N 2, p. 243—252.
- Block S. S., Stearns T. W., Stephens R. L., McCandless R. F. J. Mushroom mycelium. Exp. submerged culture.— J. Agr. and Food Chem., 1953, 1, N 14, p. 840—843.
- Bohus G. Results of systematical and ecological researches concerning the Agaricales. 4.— Bot. közl., 1960, 48, N 3-4, old. 17—21.
- Bohus G., Heltay T., Wonnesh I. A. csiperkegomba termesménnyisegenek hővelésére irányuló kutatások.— Ann. Hist. Nat. Mus. Hung., N.S.S., 1954, 64, N 5, p. 105—120.
- Bohus G., Koronczy I., Uzonyi S. A termesztett csiperke *Psalliota bispora* (Lange) Treschow. Budapest, Mezögazdasági Kiadó, 1961. 162 old.
- Bohus G., Uzonyi-Látkóczy A. Der Formenkreies des *Agaricus* (*Psalliota*) *bisporus* (Lange) Treschow und die Benutzung der wildwachsenden Formen (Sorten) beim Züchtungsverfahren.— Ann. Nat. Hung. Pars Bot., 1962, 56, old. 16—18.
- Borzini G. Cenni suela sua biologia e suela produzione industriale sel «seme».— Ital. agr., 1939, N 76, p. 36—40.
- Borzini G., Scurti J. Méthodes pour obtenir des cultures monospores de champignons de couche.— Mushroom Sci., 1956, 3, p. 251—253.
- Borzini G., Scurti J. Growing of monosporous strains of *Psalliota campestris* (Cultivated Form).— Mushroom Sci., 1961, 4, p. 125—127.
- Bukhalo A. S. The growth of edible fungi of Ukraine in culture.— IX-th Int. Sci. Congr. Cultiv. Edible Fungi. Tokyo, 1974, p. 45.
- Bunns E. S. Laboratory rearing biology and chemical control of the mushrooms sciarid *Lycoriella auripila* (Diptera: Lycoriidae).— Ann. Appl. Biol., 1973, 73, N 2, p. 119—126.
- Burden O., Peterson R. Cultivating mushrooms. 2.— Queensl. Agr. J., 1972, 98, N 3, p. 141—151.
- Cailleux R., Diop A., Macaya-Lizano A. Quelques variation du *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Quelét précisées par la culture.— C. r. Acad. agr. France, 1973, 59, N12, p. 971—976.
- Cailleux R., Diop A., Macaya A. *Pleurotus ostreatus* and related form behavior in culture, influence of carbon and nitrogen sources on mycelial development and fruit body formation.— IXth Int. Sci. Congr. Cultiv. Edible Fungi. Tokyo, 1974, p. 7.
- Carpentier J.-L. Le champignon de couche. Paris, Bailliere et Fills, 1971. 159 p.
- Cayley D. Spores and spore germination in wild and cultivated mushrooms (*Psalliota* spp.).— Trans. Brit. Mycol. Soc., 1936, 20, N 3, p. 225—241.
- Champignon-conservendag. 3. Wageningen. 1966 (Bericht).— Champignoncultuur, 1966, 10, N 2, blz. 34—38.
- Chapman G. W. Pot culture of mushrooms in the small laboratory.— Mushroom Sci., 1964, 6, p. 136—139.

- Chaze J., Sarazin A. Nouvelles données biologiques et expérimentales sur la Mole, maladie du champignon de couche.— *Ann. Sci. Nat. Bot.*, 1936, 18, p. 1—86.
- Chen Yue-mae, Chen Jaun-pae, Chiao Yni-shen. Studies on submerged cultivation of mushroom cultures.— *Acta biol. exp. sin.*, 1963, 8, N 3-4, p. 548—557.
- Conroy B. J. Mat disease of cultivated mushrooms.— *Agr. Gaz.*, 1961, 72, N 9, p. 487—488.
- Cook M. J. Einige Betrachtungen über zweckmässiges Giessen.— *Champignon*, 1969, 9, N 95, S. 21—24.
- Cook C. Growing mushrooms in plastic bags.— *N. Z. J. Agr.*, 1972, 124, N 1, p. 14—25.
- Cooke M. C. Illustrations of British fungi (Hymenomycetes) Vol. 1—8. London, 1884—1886.
- Costantin J., Matruchot L. Un nouveau procédé du culture du champignon de couche.— *C. r. Acad. sci.*, 1893, N 117, p. 94—97.
- Courteiu P. Le gobetage dans les cultures de champignon de couche.— *Ann. agron.*, 1949, 19, p. 770—781.
- Cronin D. A., Ward M. K. The characterization of some mushroom volatiles.— *J. Sci. Food and Agr.*, 1971, 22, N 5, p. 477—479.
- Cross M. C., Jacobs L. Die Champignonkrankheiten Verticillium und Mycogone.— *Champignon*, 1971, 11, N 116, S. 21—26.
- Day W., Pelczar M., Gottlieb S. The biological degradation of lignin. 4. The inability of *Polyporus versicolor* to metabolism sodium lignosulfate.— *Appl. Microbiol.*, 1953, N 2, p. 78—81.
- Deindorfer F. H., Gaden J. E. L. Effect of liquid physical properties on oxygen transfer in penicillin fermenters.— *Appl. Microbiol.*, 1955, N 3, p. 253—257.
- Delmas J. A new perspective on the cultivation of mushroom.— *Mushroom Grow. Assoc. Bull.*, 1962, N 152, p. 81—85.
- Delmas J. Les champignon sauvages pauvent — ils être domestiques?— *Pépinieristes Hortic. Maraîchers*, 1973, N 140, p. 11—15.
- Delmas J., Laborde J., Imbernon M., Poitou N. Premiers résultats d'essais de culture de *Pleurotus ostreatus* sur substrats à base d'écorces de feuillus et de résineux.— *C. r. Acad. agr. France*, 1974, 64, N 2, p. 113—118.
- Dennis R. W. G., Orton P. D., Hora F. B. New check list of British *Agaricus* and *Boleti*. London, Cambridge Univ. press, 1960. 225 p.
- Dieleman-van Zaayen A., Temmink J. H. M. A virus disease of cultivated mushrooms in the Netherlands.— *Neth. J. Plant. Pathol.*, 1968, 76, N 2, p. 48—51.
- Dieleman-van Zaayen A., Tilburg P. J. van. Ervaringen met de afstervingsziekte (virusziekte) in het proefstation.— *Champignoncultuur*, 1968, 12, N 6, p. 192—194.
- Dieleman-van Zaayen A., Tilburg P. J. van. Proeven over de kieming van sporen in verband met de afstervingsziekte.— *Champignoncultuur*, 1969, 13, N 2, p. 54—55.
- Dieleman-van Zaayen A., Tilburg P. J. van. Afstervingsziekte: enquête 1969.— *Champignoncultuur*, 1970, 14, N 9, bez. 293—294.
- Dijkstra I. J. Submerged cultures of mushroom mycelium as sources of protein and flavour compounds. Delft, Pasmans, 1976. 106 p.
- Dorrell W. W., Page R. M. The use of fragmented mycelium in the culture fungi.— *J. Bot.*, 1947, 53, N 3, p. 360—361.
- Duggar B. M. The cultivation of mushrooms.— *U. S. Dep. Agr. Bur. Plant Ind.*, 1905, 85, N 3, p. 1—60.
- Eddy B. P. Production of mushroom mycelium by submerged culture.— *J. Sci. Food and Agr.*, 1958, 9, N 10, p. 644—649.
- Edozerin J. C., Udo U. U., Young V. R., Scrimshaw N. S. Effect of high levels of yeast feeding on uric acid metabolism of young men.— *Nature*, 1970, 228, N 5266, p. 180.
- Edwards R. L. The proceedings of the first international conference on scientific aspects of mushroom growing. Ed. R. L. Edwards.— *Mushroom Sci.*, 1950a, 1, p. 7—11.
- Edwards R. L. Synthetic compost.— *Mushroom Sci.*, 1950b, 1, p. 62—63.

- Edwards R. L. Mushroom house ventilation in theory and practice. P. 1.— Mushroom J., 1973, N 3, p. 118—122.
- Eger G. Untersuchungen neber die Funktion der Deckschicht bei der Fruchtkörperbildung des Kulturchampignons *Psalliota bispora* Lge.— Arch. Mikrobiol., 1961, 39, N 4, S. 313—334.
- Eger G. The «Halbschalentest», a simple method for testing casing materials.— Mushroom Grow. Assoc., Bull. 1962, N 148, p. 125—129.
- Eger G. Über die Fruchtkörperbildung bei Hutpilzen.— Ber. Dtsch. bot. Ges., 1965, 78, N 1, S. 33—34.
- Eger G. Die Wirkung einiger N-Verbindungen auf Mycelwachstum und Primordienbildung des Basidiomycetes *Pleurotus spec.* aus Florida.— Arch. Mikrobiol., 1970, 76, N 1, S. 160—173.
- Eisfelder I. Käfer als Pilzbewohner.— Z. Pilzkd., 1963, 29, N 3, S. 77.
- Erzeugnis anderer Marktgangigkeit bestrahlte Champignons.— Champignon, 1970, 10, N 108, S. 20—21.
- Falck R. Über die Waldkultur des Austernpilzes (*Agaricus ostreatus*) auf Laubholzstübben.— Z. Forst und Jagdwes., 1917, N 49, S. 159—165.
- Falck R., Falck O. Über die Sporenkeimung des Champignons.— Mycol. Untersuchung. und Ber., 1924, 1, S. 71—77.
- Fekete K. Über Morphologie, Biologie und Bekämpfung von *Verticillium malthousei*, einem Parasiten des Kulturchampignons.— Phytopathol. Z., 1967, 59, N 1, S. 1—32.
- Felbinger G. Speisepilze aus eigenem Garten.— Grun. Gartenmag., 1973, 4, N 8, S. 26—29.
- Fergus C. L. Thermophilic and thermotolerant molds and actinomycetes of mushroom-compost during peak heating.— Mycologia, 1964, 56, N 2, p. 267—284.
- Ferguson M. C. A preliminary study of the germination of the spores of *Agaricus campestris* and other Basidiomycetes fungi.— U. S. Dep. Agr. Bur. Plant Ind. Bull., 1902, 14, p. 1—43.
- Ferri F. La coltivazione del fungo *Pleurotus ostreatus*.— Inform. Fitopatol., 1970a, 20, N 3, p. 3, p. 3—6.
- Ferri F. La coltivazione del *Pleurotus ostreatus* Quél.— Frutticoltura, 1970b, 32, N 3, p. 23—26.
- Ferri F. Prove di coltivazione del *Lentinus edodes*.— Micol. ital., 1974, 3, N 2, p. 27—29.
- Figgis T. G. Air and the mushroom.— Mushroom Grow. Assoc. Bull., 1958, N 100, p. 127—129.
- Flachs K. *Dactylium dendroides* Bull. als Gelegenheitsparasit an Champignon.— Prakt. Bl. Pflanz., 1939, 39, N 17, p. 6—12.
- Flegg P. B. Watering the mushroom casing layer by capillarity.— J. Hort. Sci., 1965, 40, N 2, p. 150—155.
- Fordyce C. J. Relative numbers of certain microbial groups present in compost used for mushroom (*Agaricus bisporus*) propagation.— Appl. Microbiol., 1970, 20, N 2, p. 196—199.
- Fries E. M. *Systema mycologicum. Systems Fungorum, ordiner, genera et species, usque cognitae*. T. 1. Lund, 1821. 508 p.
- Fries E. M. *Epicrisis Systematis Mycologici*. Upsalia, 1838. 610 p.
- Fries E. M. *Hymenomyces Europaei*. Upsalia, 1874, 756 p.
- Fries N. Growth factor requirements of some higher fungi.— Sven. bot. tidskr., 1950, 66, N 3, p. 379—386.
- Fries N. Studies in the physiology of *Corpinus*. 1. Growth substance, nitrogen and carbon requirements.— Sven. bot. tidskr., 1955, 49, N 4, p. 475—535.
- Fritsche G. Versuche zur Frage der Märkmalsübertragung beim Kulturchampignon *Agaricus (Psalliota) bisporus* (Lge.) Sing.— Züchter, 1964, 34, N 2, S. 76—93.
- Fritsche G. Versuche zur Frage der Erhaltungszucht beim Kulturchampignon 1. Vermehrung durch Teilung des Mycels.— Züchter, 1966, 36, N 2, S. 66—79.
- Fritsche G., Sengbusch R. Die züchterische Bearbeitung des Kulturchampignons (*P. b. Lge.*) Probleme und erste eigene Ergebnisse.— Züchter, 1962, 32, N 4, S. 189—199.

- Fritsche G., Sengbusch R.* Beispiel der spontanen Entwicklung neuer Fruchtkörperformen beim Kulturchampignon.— *Züchter*, 1963, **33**, N 7, S. 211—215.
- Gandy G. G.* Das seuchenartige Auftreten von Bakterienflecken beim Kulturchampignon.— *Champignon*, 1970, **10**, N 102, S. 16—32.
- Gandy G. G.* Experiments on the use of benomyl (benlate) against *Verticillium*—*Mushroom Grow. Assoc. Bull.*, 1971, N 257, p. 184—187.
- Gandy D. G.* Bekämpfung von *Verticillium* mit Benomyl.— *Champignon*, 1972, **12**, N 134, S. 21—24.
- Genders R.* Mushroom growing for everyone. London, Mushroom Grower, 1969. 216 p.
- Gerrits J.* Is toevoeging van suiker of suikerbietenpulp bij het vullen zinvol.— *Champignoncultuur*, 1972a, **16**, N 1, blz. 13—19.
- Gerrits J. P. G.* Praktische mogelyk heben van bijvoeden van champignoncompost.— *Champignoncultuur*, 1972b, **16**, blz. 252—272.
- Gerrits J., Geurts M.* Het weer en Champignon-productie.— *Champignoncultuur*, 1972, **16**, N 9, blz. 399—403.
- Geyn J. van de.* Het geforceerde ventilatie — circulatie — systeem en de toepassing daarvan.— *Champignoncultuur*, 1970, **14**, N 1, blz. 16—19.
- Geyn J. van de, Klaver J. S.* Het bouwen van een koelcel voor champignons.— *Champignoncultuur*, 1970, **14**, N 5, blz. 156—158.
- Gils J. J. van.* Lijem jan?— *Champignoncultuur*, 1968, **12**, N 7, blz. 224—225.
- Gils J. J. van.* Champignononliegen nu en altijd.— *Champignoncultuur*, 1969, **13**, N 5, blz. 201—203.
- Gils J. J. van.* Warmeprobleme.— *Champignon*, 1970, **10**, N 109, S. 22—23.
- Ginterova A.* Dekariorisation of higher fungi in submerged culture.— *Folia mikrobiol.*, 1973, **18**, N 4, p. 277—280.
- Glasscock H. H., Ware W. M.* Truffle disease.— *Ann. Appl. Biol.*, 1941, **28**, N 2, p. 85—90.
- Gombatermesztes.* Budapest, Mezogazdasagi Kiado, 1973. 239 old. Aut.: S. Balazs, P. Gyurko, I. Koronczy e. a.
- Goodey J. B.* Observations on the effects of the parasitic nematodes *Ditylinchus myceliophagus*, *Aphelenchoides composticola* and *Paraphelenchus myceliophthorus* on the growth and cropping of mushrooms.— *Ann. Appl. Biol.*, 1960, N 3, p. 20—23.
- Gormley R.* Vacuum cooling and mushroom whiteness.— *Mushroom J.*, 1975, N 27, p. 84—86.
- Gramms G.* Konkurrenzpilze und Parasiten in den Kulturen holzbewohnen der Speisepilze.— *Z. Pilzkd.*, 1975, **41**, N 6, S. 19—30.
- Gyurko P.* Die Rolle der Belichtung bei dem Anbau des Austernseitlings (*Pleurotus ostreatus*).— *Mushroom Sci.*, 1972, **8**, p. 461—469.
- Hatanaka S., Niimura Y., Taniguchi K. e. a.* Specific amino acids in some edible mushrooms.— IXth Int. Sci. Congr. Cultiv. Edible Fungi. 4—13 Nov. 1974, Tokyo. Tokyo, 1974, p. 31.
- Hattula M. L., Gyllenberg H. G.* Adaptability to submerged culture and amino acid contents of certain fleshy fungi common in Finland.— *Karstenia*, 1969a, N 9, 39—45.
- Hattula M. L., Gyllenberg H. G.* Protein and fat composition and vitamin content of *Boletus (Suillus) luteus* mycelium produced in submerged culture.— *Karstenia*, 1969b, N 9, p. 46—50.
- Hayes W. A.* Faktoren die Champignonenerzeugung beeinflussen.— *Champignon*, 1969, **9**, N 97, S. 13—14.
- Hayes W. A., Randle P. E., Last F. T.* The nature of the microbial stimuli affecting sporophore formation in *Agaricus bisporus* (Lange) Sing.— *Ann. Appl. Biol.*, 1969, **64**, N 1, p. 37—41.
- Heltay I.* Report of the situation and problems of Hungarian mushroom-research and experimental work.— *Mushroom Sci.*, 1956, **3**, p. 120—124.
- Hoffman H.* Untersuchungen über die Keimung der Pilzsporen.— *Jahrb. Wiss. Bot.*, 1859, **2**, N 23, S. 267—269.
- Hohmann G., Reinken G., Steineck H.* Nebennutzung von Obstkühlräumen durch Champignonkultur.— *Erwerbs-Obstbau*, 1970a, **12**, N 6, S. 111—116.

- Hohmann G., Reinken G., Steineck H.* Nebennutzung von Obstkühlräumen durch Champignonkultur.— Champignon, 1970b, 10, N 106, S. 10—25.
- Hollings M.* Viruses associated with a die-back disease of cultivated mushroom.— Nature, 1962, 194, N 4858, p. 962—965.
- Hollings M.* Virus disease of cultivated mushroom.— Commonw. Phytopathol. News, 1964, 10, N 2, p. 21—24.
- Holmes J.* Effect of time of inoculation on incidence and control of Verticillium disease of the commercial mushroom.— Plant Dis. Rep., 1971a, 55, N7, p. 643—645.
- Holmes J.* Variability in commercial samples on Zineb as indicated by their effect on spore germination of Verticillium malthousei.— Mushroom Grow. Assoc. Bull., 1971b, N 261, p. 423—431.
- Holmes J., Cole H., Wuest P. J.* Control of the Verticillium disease of the cultivated mushroom, Agaricus bisporus, with benomyl spray application to cased trays.— Plant Dis Rep., 1971, 55, N 8, p. 684—687.
- Hooper D. J.* Observations on Aphelenchoides limberi Steiner, 1936, from mushroom compost.— Nematologica, 1962a, 7, N 3, p. 30—32.
- Hooper D. J.* Effect of a nematode on the growth of mushroom mycelium.— Nature, 1962b, 193, N 4814, p. 50—56.
- Horak E.* Synopsis generum Agaricalium. Kommissionsverlag Druckerei Büchler & Co AG., Wabern — Bern, 1968. 741 S.
- Huhnke W.* Erfahrung bei der Verwendung des Aktivmyzel-Anbauverfahrens.— Gartenbauwissenschaft, 1961, 9, N 11, S. 22—28.
- Huhnke W.* Der Stand der Entwicklung des Champignon-Anbauverfahrens mit nicht Kompostiertem Nährsubstrat (Huhnke-Verfahren) und seine derzeitigen Anwendungsmöglichkeiten.— Champignon, 1971, 11, N 113, S. 5—18.
- Huhnke W.* Die Weiterentwicklung des Champignonanbauverfahrens auf nicht kompostiertem Nährsubstrat.— Mushroom Sci., 1972, 2, p. 503—515.
- Huhnke W., Lemke G., Sengbusch R.* Die III Phase der Entwicklung des Champignonanbauverfahrens auf nicht kompostiertem sterilem Nährsubstrat.— Gartenbauwissenschaft, 1967, 32, N 6, S. 485—502.
- Huhnke W., Sengbusch R.* Active mycelium spawning of cultivated mushroom.— Mushroom Grow. Assoc. Bull., 1960, N 126, p. 97—101.
- Huhnke W. R., Sengbusch R.* Champignonanbau auf nicht kompostiertem Nährsubstrat.— Champignon, 1969a, 9, N 93, S. 11—24.
- Huhnke W., Sengbusch R.* Champignonanbau auf nicht Kompostiertem Nährsubstrat.— Mushroom Sci., 1969b, 7, S. 405—419.
- Humfeld H.* The production of mushroom mycelium (Agaricus campestris) in submerged culture.— Science, 1948, 107, N 2780, p. 373—378.
- Humfeld H.* Production of mushroom mycelium. Пат. СССР N 2 618 900, 05.11.52.
- Humfeld H.* Production of mushroom mycelium by submerged culture in a liquid medium.— Пат. СССР N 2 693 665, 05.11.1954.
- Humfeld H., Sugihara T. F.* Mushroom mycelium production by submerged propagation.— Food Technol., 1949, 3, N 10, p. 335—356.
- Humfeld H., Sugihara T. F.* The nutritient requirements of Agaricus campestris grown in submerged culture.— Mycologia, 1952, 66, N 5, p. 605—620.
- Hunte W.* Champignonanbau im Haupt- und Nebenerwerb. Berlin — Hamburg, Parey, 1973. 120 S.
- Hussey N. W., Gurney B.* Rearing techniques for mushroom fly.— Plant Pathol., 1964, 13, N 1, p. 38—39.
- Hussey N. W., Gurney B.* Biology and control of the sciarid Lycoriella auripila Winn. (Diptera: Lycoriidae) in mushroom cultures.— Ann. Appl. Biol., 1968, 62, N 3, p. 395—403.
- Hussey N. W., Hughes J. T.* Investigations on the use of dichlorvos in the control of the mushroom phorid, Megaselia halterata (Wood).— Ann. Appl. Biol., 1964, 54, N 1, p. 129—139.
- Imbach E. G.* Pilzflora des Cantons Luzern und der angrenzenden Innerschweiz.— Mitt. Naturforsch. Ges. Bern, 1946, 15, N 5, S. 19—23.
- Intensivanbau von Champignons in Tabaktrocknungsanlagen.* Dtsch. Gärtner-Post. Ausg. A, 1971, 23, N 41, S. 1—2.

- Jasumoto K., Iwani K., Mitsuda H.* Enzymatic formation of aroma from non-volatile precursor(s) lenthionine from lentinic acid.— IXth Int. sci. Congr. Cultiv. Edible Fungi. 4—13 Nov. 1974, Tokyo. Tokyo, 1974, p. 24.
- Jennison M. W., Newcomb M. B., Henderson R.* Physiology of the woodrotting Basidiomycetes. 1. Growth and nutrition in submerged culture in synthetic media.— *Mycologia*, 1955, **47**, N 3, p. 275—304.
- Jennison M., Richberg C., Krikszens A.* Physiology of the woodrotting Basidiomycetes. 2.— *Appl. Microbiol.*, 1957, **5**, N 2, p. 87—95.
- Karpinski J. L.* Wyniki pierwszego etapu prac nad wyckodowaniem owocników borowika (*Boletus edulis* Bull.) na sztuernej pazywec u warunhach laboratoryjnych.— *Pr. Inst. bad. les.*, 1961, N 245, s. 77—79.
- Kehl H.* Zur Sporenkeimung von *Psalliota campestris*.— *Planta*, 1943, **33**, N 3, S. 91—95.
- Kenneth R.* High yielding mushrooms from irradiated spores.— *Mushroom News*, 1959, **7**, N 5, p. 29—33.
- Kindt V.* Zur Anwendung von Klimaanlagen in Champignonkulturen.— *Dtsch. Gartenbau*, 1961, **8**, N 3, S. 96—99.
- Kindt V.* Die Pasteurisierung der Nährsubstrate für den Champignonanbau. 1.— *Dtsch. Gartenbau*, 1963, **10**, N 8, S. 209—212.
- Kindt V.* Untersuchungen zur Entwicklung eines Ersatzsubstrates für den Champignonanbau.— *Arch. Gartenbau*, 1964, **12**, N 3, S. 199—221.
- Kindt V.* Beziehungen zwischen Bewässerung und Ertragsbildung im Champignonanbau.— *Arch. Gartenbau*, 1965, **13**, N 4, S. 313—328.
- Kindt V.* Beziehungen zwischen Bewässerung und Ertragsbildung in DDR neu Zugelassenen sorten des Kulturchampignons.— *Arch. Gartenbau*, 1968, **16**, N 6, S. 477—489.
- Klacerova A.* The possibility of transferring diseases from mushroom (*Agaricus bisporus*) to cultures of oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*).— *Int. Symp. Physiol. Ecol. and Cultiv. Edible Fungi*. Prague, 1974, p. 51.
- Kleffner H.* Verbrauchergenechte Verlustpackungen für Champignons.— *Champignon*, 1973, **13**, N 146, S. 22—24.
- Kligman A. M.* Some genetic problems in the cultivation of the mushroom *Agaricus campestris* Fr.— *Amer. J. Bot.*, 1943, **30**, N 10, p. 745—762.
- Kligman A. M.* Control of the truffle in beds of the cultivated mushroom.— *Phytopathology*, 1944, **36**, N 3, p. 376—384.
- Kligman A. M., Penny J. S.* Some miscellaneous diseases of mushroom.— *Phytopathology*, 1943, **33**, N 4, p. 1090—1093.
- Kneebone L. R.* Spawn research.— *Mushroom Grow. Assoc. Bull.*, 1954, N 50, p. 71—75.
- Kneebone L. R.* Americans have five main lines of mushroom research.— *Mushroom Grow. Assoc. Bull.*, 1962, N 155, p. 90—95.
- Koch W.* Untersuchungen über Mycelwachstum und Fruchtkörperbildung bei einigen Basidiomyceten (*Polystictus versicolor*, *Polyporus annosus*, *Pleurotus ostreatus* und *Psalliota bispora*).— *Arch. Mikrobiol.*, 1958, **30**, N 4, S. 409—432.
- Koronczy-Wonnesch I., Uzonyi-Látkóczy A.* Some data on the strains of cultivated mushroom.— *Acta biol. hung. Suppl.*, 1958, **2**, N 13, p. 13—19.
- Kummer P.* Der Führer in die Pilzkunde. Zerbst, 1871. 146 S.
- Lambert E. B.* Studies on the relation of temperature to the growth, parasitism, thermal death point and control of *Mycogone perniciosa*.— *Phytopathology*, 1930, **20**, p. 75—83.
- Lambert E. B.* Principles and problems of mushroom culture.— *Bot. Rev.*, 1938, **4**, N 1, p. 397—426.
- Lambert E. B.* Mushroom growing in the United States.— *Bull. U. S. Dep. Agr.* 1941, N 1875, p. 1—37.
- Lambert E. B.* Ventilation requirements for cultivated mushrooms.— *Mushroom Grow. Assoc. Bull.*, 1958, N 99, p. 37—41.
- Lambert E. B.* Improving spawn cultures of cultivated mushrooms.— *Mushroom Sci.*, 1960, **6**, p. 230—232.
- Lambert E. B.* Mushroom growing in the United States. Washington, 1961. 12 p. (U. S. Dep. agric. Farmer's Bull., N 1875 rev.)



- Lange J. E.* Studies in the Agarics of Denmark.— Dan. bot. ark., 1926, 4, p. 1—11.
- Lange J. E.* Flora Agaricina Danica. T. 4. Copenhagen, Printed Recaty, 1939. 119 s.
- Langkramer O.* Nekolik poznamek ke zpusobam Ziskavani čistých kultur podhoubi Zampionu (*Agaricus*) ze spor.— Sb. Čs. akad. zeměd. věd. Zasl. Postl. Vyroba, 1955, 28, N 2, s. 35—38.
- Leewe D.* A method of obtaining single spore cultures of *Agaricus campestris* Fr.— Phytopathology, 1943, 33, N 6, p. 530—531.
- Lelley J.* Austernpilze. Red. Dr. K. Keipert, B. Weiss, Bonn, Ulmer, 1974. 196 S.
- Lemke G.* Erfahrungen mit Perlite bei der Myzelanzucht und Fruchtkörperproduktion des Kulturchampignons *Agaricus bisporus* (Lge) Sing.— Gartenbauwissenschaft, 1971, 36, N 1, S. 19—27.
- Lemke G.* Myzelwachstumsteste mit vier Champignonstammen.— Champignon, 1972, 12, N 128, S. 1—5.
- Lindeberg G.* Über die Physiologie ligninablaufender Bodenhymenomyceten.— Symb. bot. upsäl., 1944, 8, N 2, S. 1—184.
- Lindeberg G. Holm G.* Occurrence of tyrosinase and laccase in fruit bodies and mycelia of some Hymenomycetes.— Physiol. Plant, 1952, 5, N 1, p. 100—114.
- Lintzel W.* Über den Nährwert des Eiweisses der Speisepilze.— Bioch. Z., 1941, 308, N 6, S. 413—419.
- Litchfield J. H.* The mass cultivation of *Morchella* species in submerged culture and their potential uses as sources of protein.— In: Global impacts of applied microbiology. Stockholm. a., 1964, p. 327—337.
- Litchfield J. H.* Morel mushroom mycelium as a food-flavoring material.— Biotechnol. and Bioeng., 1967, N 9, p. 289—304.
- Lockard D. J. Kneebone L. R.* Investigations of the metabolic gases produced by *Agaricus bisporus*.— Mushroom Sci., 1962, 5, p. 281—299.
- Lovellidge B.* Tailor-made plant for air conditioning. — Grower, 1964, 42, N 16, p. 715—716.
- Lowag K.* Zür Fruchtkörperbildung holzerstörender höheren Pilze in Reinkultur.— Sydowia, 1952, 6, S. 323—335.
- Luthardt W.* Speisepilze, die auf Holz wohnen. Steinach, Thür., Vogel, Apitz, 1948. 131 S.
- Luthardt W.* Von holzbewohnenden Speisepilzen über die biologische Stubbenrodung bis zum Mykoholz.— Forst und Jagd, 1956, 6, N 9, S. 19—22.
- Luthardt W.* Holzveredelung durch Pilze. T. 10. Berlin, Wissen, Leben, 1959. 113 S.
- Luthardt W.* Holzbewohnende Pilze. Wittenberg, Ziemsen, 1969. 122 S.
- Maaker J.* Oriënterende bewaarproefmet het champignonrad *Agaricus bitorquis* L.— Champignoncultuur, 1971, 15, N 6, blz. 221—223.
- Maaker J., Merkens W.* Koeling en distributie van champignons.— Champignoncultuur, 1969, 13, N 8, blz. 293—296.
- MacCanna C.* Ein synthetischer Kompost für die Champignonkultur.— Champignon, 1972, 12, N 128, S. 22—28.
- Madelin M. F.* Studies on the nutrition of *Coprinus lagopus* Fr. especially as affecting fruiting.— Ann. Bot. (Gr. Brit.), 1956, N 20, p. 307—330.
- Masriera J.* Nuevas técnicas en el cultivo de las setas comestibles.— Cultiv. Mod., 1970, 53, N 7, p. 42—43.
- Martin H., Cross C., Jacobs L.* Die Champignonkrankheiten Verticillium und Mycogone.— Champignon, 1971, N 116, S. 112—114.
- Mathison J.* Antibiotics from Victorian Basidiomycetes.— Austral. J. Exp. Biol., 1946, 26, N 57, p. 71—75.
- Mattoni R. H. T., Mattoni L.* Mushroom viruses in California.— Mushroom Grow. Assoc. Bull., 1971, N 255, p. 112—126.
- Maul S. B., Sinskey A. J., Tannenbaum S. R.* New processes for reducing the nucleic acid content of yeast.— Nature, 1970, 228, N 5267, p. 181.
- McLanglin D. J.* Production of fruit bodies of *Suillus rubinellus* in pure culture.— Mycologia, 1964, 56, N 136, p. 581—587.
- Mechanisatie van de Champignonooist.*— Groeten Fruit, 1976, N 31, blz. 42—46.
- Melin E.* Über den Einfluss der Wasserstoffionenkonzentration auf die Virulenz der Wurzelpilze von Kiefer und Fichte.— Bot. notis., 1924, N 5, S. 38—48.

- Melin E.* Mycorrhiza. Handbuch der Pflanzenphysiologie.— *Encycl. Plant Physiol.*, 1959, **11**, N 5, S. 605—638.
- Merkens W., Maaker J.* Beter kwaliteitsbehoud van champignons door gesloten verpakking.— *Champignoncultuur*, 1972, **16**, N 5, blz. 235—239.
- Meyer E. H.* Die Freilandkultur der Champignons.— *Z. Obstbau*, 1901, **27**, N 5, S. 41—47.
- Mikola P.* Growing forest soil Basidiomycetes in pure culture.— *Karstenia*, 1955, N 3, p. 5—16.
- Mikes J.* A késői laskagomba fatönkőn történő nagyüzemi termesztésének gazdaságossága és biztonsága.— *Kertész. egyet. közl.*, 1971, **2**, N 34, p. 17—28.
- Modess O.* Zur Kenntnis der Mykorrhizabildner von Kiefer und Fichte.— *Symb. bot. upsal.*, 1941, **5**, N 1, S. 1—147.
- Moeller F. H.* Danish Psalliota species.— *Friesia*, 1950, **4**, s. 1—60; 1951, **5**, s. 1—17.
- Molitoris H. P.* Identification of *Agaricus campestris* strain (NRRL 2334, 2335, 2336) as *Beauveria tenella* (Lelacroix, Seim). — *Nature*, 1962, **194**, N 4823, p. 316.
- Moore R. F., McAlear J. H.* The fine structure of Mycota. 7. Observations on septa of Ascomycetes and Basidiomycetes.— *Amer. J. Bot.*, 1962, **69**, N 1, p. 86—94.
- Moreton B. D., John M. E., Goodey J. B.* *Aphelenchoides* sp. destroying mushroom mycelium.— *Nature*, 1956, N 177, p. 228—231.
- Moser M.* Kleine Kryptogamenflora (Agaricales). Bd. 2. Die Röhrlinge und Blätterpilze. Jena, Fischer verlag, 1967. 443 S.
- Moustafa Ahmad M.* Nutrition and the development of mushroom flavor in *Agaricus campestris* mycelium.— *Appl. Microbiol.*, 1960, **8**, N 1, p. 63—67.
- Nagai Y., Ito F., Nashimura H.* On the yields of ecological and morphological characters of the strains of «shitake» (*Lentinus edodes* Sing.).— *Bull. Forest Exp. Stut. Meguro. Tokyo*, 1962, **147**, N 79, p. 161—167.
- Nair N. G., Fany P. C.* Prospects for biological control of crown blotch.— *Mushroom Grow. Assoc. Bull.*, 1972a, N 270, p. 252—254.
- Nair N. W., Fany P. C.* New approach in control of bacterial blotch of mushrooms.— *Agr. Gaz.*, 1972b, **83**, N 3, p. 184.
- Nair N. W., Fany P. C.* Bacteria antagonistic to *Pseudomonas tolaasii* and their control of brown blotch of the cultivated mushroom *Agaricus bisporus*.— *J. Appl. Bacteriol.*, 1972c, **35**, N 3, p. 439—442.
- Newman R. H., Savidge M.* Mancozeb-Staub ein Schlager in der Bekämpfung von Champignonkrankheiten.— *Champignon*, 1969, **9**, N 97, S. 4—5.
- Nichols R., Hammond J. B. W.* Observations on the effect of punnet type on the quality of pre-packed mushrooms.— *Mushroom J.*, 1973, N 3, p. 106—109.
- Nobles M.* Identification of wood-inhabiting Basidiomycetes.— *Can. J. Bot.*, 1965, **63**, N 9, p. 1097—1139.
- Norkrans B.* Studies in growth and cellulolytic enzymes of *Tricholoma*.— *Symb. bot. upsal.*, 1950, **11**, N 1, p. 1—126.
- Norkrans B.* The effect of glutamic acid, aspartic acid and related compounds on the growth of certain *Tricholoma* species.— *Physiol. Plant.*, 1953, N 6, p. 584—593.
- Pantidou M. E.* Cultural studies of Boletaceae: *Gyrodon merulioides* and four species of *Boletinus*.— *Can. J. Bot.*, 1961a, **39**, N 5, p. 561—565.
- Pantidou M. E.* Carpophores of *Phlebopus sulphureus* in culture.— *Can. J. Bot.*, 1961b, **39**, N 5, p. 571—577.
- Pantidou M. E.* Cultural studies of Boletaceae: Carpophores of *Phlebopus lignicola* in culture.— *Can. J. Bot.*, 1962, **40**, N 10, p. 477—479.
- Pantidou M. E.* Cultural studies of Boletaceae: Carpophores of *Xerocomus badius* and *Xerocomus illudens* in culture.— *Can. J. Bot.*, 1964, **42**, N 9, p. 379—386.
- Park J. Y., Agnihorti V. B.* Bacterial metabolites trigger sporophore formation in *Agaricus bisporus*.— *Nature*, 1969, N 222, p. 351.
- Peregi S.* Folyamatos gombatermesztés muanyaghej alagutakban.— *Kertész. és szőlész.*, 1971, **20**, N 14, old. 3—5.

- Pilat A.* Pleurotus Fr.—hliva (V. Kavina K. et Pilat A.: Atlas hub evropskych). T. 2. Praha, 1935. 193 s.
- Pilat A.* Klič k určování našich hub hirobovitých a bedlovatých. Agaricales. Praha, Brazda, 1951. 722 s.
- Pinkerton M. H.* Commercial mushroom growing. London, Faber and Faber, 1954. 230 p.
- Pizer N. H.* Investigations into the environment and nutrition of the cultivated mushroom *Psalliota campestris*. I. Some properties of composts in relation to the growth of the mycelium.— J. Agr. Sci., 1937, 27, N 6, p. 349—467.
- Plankett B. E.* Nutritional and others aspects of fruit body production in pure cultures of *Collybia velutipes* (Curt.) Fr.— Ann. Bot. (Gr. Brit.), 1953, 76, N 17, p. 193—217.
- Püschel J.* Der Riesenträschlung — ein neuer Kulturpilz.— Champignonanbau, 19. Beilage zur Ausgabe DGP, 1969, 42, N 2, S. 5.
- Püschel J.* Der Faktor Wasser im Champignonanbau.— Dtsch. Gärtner-Post. Ausg. A, 1973, 25, N 30, S. 5—8.
- Quélet L.* Enchiridion fungorum in Europa et praesertim in Gallia vigentium. P. 1-4, 1886. 352 p.
- Raabe R. D.* Variation of *Armillaria mellea* in culture.— Phytopathology, 1966, 56, N 11, p. 162—164.
- Rasmussen C. R.* The 16-day «Normal + 75%» inactive composting process.— Mushroom Sci., 1962, 5, p. 91—102.
- Rasmussen C. R.* Champignonanbau und Filteranlagen.— Champignon, 1972, 12, N 125, S. 16—29.
- Rawald W.* Zur Abhängigkeit des Myzelwachstum höherer Pilze von der Versorgung mit Kohlendhydraten.— Z. Allg. Mikrobiol., 1962, 2, N 4, S. 303—313.
- Rawald W.* Das Myzelwachstum höherer Pilze in seinen Beziehungen zu natürlichen Substraten und deren Extrakten.— Arch. Forstwes., 1963, 12, N 5, S. 483—508.
- Rettew G. K.* Tobacco spawn. Пат. США N 1939600, 1934, c. 43—47.
- Reusser F., Spencer J. F. T., Sallans H. R.* Protein and fat content of some mushrooms grown in submerged culture.— Appl. Microbiol., 1958, 6, N 1, p. 1—4.
- Robinson R. F., Davidson R. S.* The large-scale growth of higher fungi.— Adv. Appl. Microbiol., 1959, 1, p. 261—278.
- Rockett T. R., Kramer C. L.* A technique to induce sporocarp production and sporulation in lignicolous basidiomycetes.— Mycologia, 1974, 44, N 3, p. 524—526.
- Rodwell J.* The «Hopper» system points in future.— Mushroom Grow Assoc. Bull., 1971, N 253, p. 14—17.
- Ross R. C.* Green-moulds in mushrooms.— Agric. in N. Ire., 1967, 41, N 12, p. 383—384.
- Saccardo P. A.* Sylloge fungorum, etc. Vol. 5. Pavia, 1887, p. 1—1146.
- Saccardo P. A.* Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum. T. 5. Michigan, Lithoprinted Edwards brothers, 1944. 1146 p.
- San Antonio, Shuh-Wei-Hwang.* Liquid nitrogen preservation of spawn stocks of the cultivated mushroom *Agaricus bisporus* (Lge) Sing.— J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1970, 95, N 5, p. 565—569.
- Sarazin A.* Culture monosporeme d'*Agaricus campestris* var. cultivée.— C. r. Acad. sci. C, 1939, 208, N 3, p. 2015—2017.
- Sarazin A.* The cultivated mushroom.— Mushroom Grow. Assoc. Bull., 1951, N 24, p. 333.
- Sarazin A.* The cultivated mushroom. Cytology.— Mushroom Grow. Assoc. Bull., 1955a, N 61, p. 256—259.
- Sarazin A.* The cultivated mushroom. Evol. cycle.— Mushroom Grow. Assoc. Bull., 1955b, N 64, p. 361—366.
- Sasek V., Musilek V.* Cultivation and antibiotic activity of Mycorrhizal Basidiomycetes.— Folia microbiol., 1967, 12, N 6, p. 518—523.
- Schäffer J., Moeller F.* Beitrag zur *Psalliota* Forschung.— Ann. Mycol., 1938, 36, N 1, S. 64—82.

- Schanel L.* Effect of carbon dioxide on the growth of wood-decaying fungi.— *Folia* 11, 1970, 27, N 6, p. 116—119.
- Schieber W.* Effektivere Nutzung der Pflanzkartoffellagerhäusern durch den Anbau von Champignons.— *Dtsch. Gärtnerpost*, Ausg. A, 1970a, 22, N 51, S. 1—5.
- Schieber W.* Pflanzkartoffellagerhallen können durch Champignonanbau effektiver genutzt werden.— *Saat-Pflanzgut*, 1970b, 11, N 12, S. 210—211.
- Schieber W.* Die Nutzung von Kartoffellagerhäusern für die Champignonproduktion.— *Feldwirtschaft*, 1971, 12, N 7, S. 316—317.
- Schieber W., Kaiser D.* Erfahrungen und Ergebnisse der Nutzung von Kartoffellagerhäusern durch den Anbau von Champignons.— *Dtsch. Gärtnerpost*, Ausg. A, 1973, 25, N 15, S. 3—6.
- Schisler L. C., Sinden L. W.* Nutrient supplementation of mushroom compost at casing vegetable oils.— *Can. J. Bot.*, 1966, 44, N 8, p. 1063—1069.
- Schmaus H.* Aktuelle Fragen des Champignon Anbaues.— *Champignon*, 1973, 13, N 137, S. 151—158.
- Schroeder M., Schisler L., Snetsinger R. e. a.* Transport of MXTDF trays at casing to conventional mushroom doubles.— *Mushroom News*, 1974, 11, N 4, p. 105—109.
- Semerdzíeva M.* Pestovani a morfologicka požorovani nekterých hub čeledi Agaricaceae in vitro.— *Ceska mykol.*, 19, N 4, s. 230—239.
- Shida M., Matsuda K.* Polysaccharides from *Lentinus edodes* (shiitake).— 1974, Tokyo, IXt Int. Sci. Congr. Cultiv. Edible Fungi. Tokyo, 1974, p. 6.
- Sigel E. M., Sinden J. W.* Variations in cultures made from the strains of mushroom used at the Bulter country (mushroom farm, incorporation)— *Mushroom Sci.*, 1953, 2, p. 65—68.
- Sinden J. W.* Mushroom spawn and method of making same.— *U. S. Pat.*, N 1869517, 1932.
- Sinden J. W.* Mushroom experiments. Pittsburg (Pa), Agr. Exp. Stat, 1937. 146 p.
- Sinden J. W.* Synthetic compost for mushrooms growing.— *Bull. Pa. Agr. Exp. Stat*, 1946, N 482, p. 1—26.
- Singer R.* The «Agaricales» (mushrooms) in modern taxonomy. Tucuman, Lilloa, 22, 1951. 823 p.
- Singer R.* Mushrooms and Truffles. Botany, Cultivation and Utilization. London — N. Y., Leonard Hill [Books] Limited, 1961. 272 p.
- Singer R.* Agaricales (mushrooms) in modern taxonomy. 2 ed. Weinheim, Cramer Verlag, 1962. 832 p.
- Singer R.* The Agaricales in modern taxonomy. Vaduz, Cramer Verlag, 1975. 912 p.
- Singer R., Smith A. H.* The taxonomic position of *Pholiota mutabilis* and related species.— *Mycologia*, 1946, 38, N 5, p. 500—523.
- Snetsinger R.* Mushrooms and Penn State. Past, present, future.— *Pa. State Univ.*, 1970, N 767, p. 73—77.
- Soest G. J. A. van.* Voorlichtingsvaria. — *Champignoncultuur*, 1967, 11, N 9, blz. 310—311.
- Solomons G. L.* Submerged culture production of mycelial biomass.— In: *The filamentous fungi. 1. Industrial mycology*. London, 1975, p. 248—264.
- Solomons G. L., Weston G. O.* The prediction of oxygen transfer rates in the presence of mould mycelium.— *J. Biochem. and Microbiol., Technol. and Eng.*, 1961, N 3, p. 1—6.
- Stakman E. C., Daly J. M., Gattani M. J., Wahl J.* Variations induced by uranium nitrate in corn smut and cultivated mushroom.— *Science*, 1948, N 108, p. 554—555.
- Staněk M.* Pestovani žampionu. Praha, Vyd. Acad. Ved., 1965. 160 s.
- Stárka J.* Submersní pestování vyssých hub.— *Ceska mykol.*, 1955, 9, N 3, s. 97—103.
- Steineck H.* Zur Ausweitung der Kultur von Speisepilzen. Eine Übersicht.— *Gartenbauwissenschaft*, 1973a, 38, N 6, S. 15—21.
- Steineck H.* Zur geschichte der Austernseitlings Kultur. Champignon, 1973b, 13, N 140, S. 5—8.
- Steineck H.* Pilzkulturen im Walde. — *Allg. Forstzeitschrift*, 1973c, 28, N 31, S. 732—733.

- Steinert J.* Anzucht der Champignonzucht aus Sporen.— *Weiner Illustr. Gartenz.*, 1905, N 34, S. 126.
- Stewart L. J.* Die Ventilation praktisch Gesehen.— *Champignon*, 1971, 11, N 118, S. 20—30.
- Stoller B. B.* Improving the growth of mushroom mycelium.— *U. S. Pat.* N 189303, 1940.
- Stoller B. B.* Synthetic composts for mushroom culture.— *U. S. Pat.* N 2260201, 1941.
- Stoller B. B.* Use of ammonia in controlling the truffle disease of the mushrooms.— *Phytopathology*, 1943a, 33, N 13, p. 91—96.
- Stoller B. B.* A defensive mechanism for resisting disease in the mushrooms.— *Phytopathology*, 1943b, 33, N 13, p. 112—117.
- Stoller B. B.* Experiments in mushroom culture.— *Philadelphia Department Thesis Univ. Wis.*, 1945, p. 26.
- Stoller B.* Some practical aspects of making mushroom spawn.— *Mushroom Sci.*, 1962, 5, p. 170—184.
- Stoller B. B.* The need for potash and chalk in compost.— *Sci. Pract. Mushroom Grow.* 1971, 1, N 3, p. 237—238.
- Stoller B. B., Smith F. B., Brown P. E.* A mechanical apparatus for the rapid, high temperature microbial decomposition of fibrous cellulosis materials in the preparation of compost for mushroom cultures.— *J. Amer. Soc. Agron.*, 1937, 29, p. 717—723.
- Stoller B., Stauffer J.* Studies on naturally occurring and ultraviolet radiation induced strains of the cultivated mushroom *Agaricus campestris* Fr.— *Mushroom Sci.*, 1953, 2, p. 169—177.
- Storey T. F., Edwards R. L.* Ventilation and the growth of mushroom.— *Mushroom Grow. Assoc. Bull.*, 1951, 25, p. 244—251.
- Sugihara T. F., Humfeld H.* Submerged culture of the mycelium of various species of mushrooms.— *Appl. Microbiol.*, 1954, 2, N 1, p. 170—172.
- Sugimori T., Ogama Y., Omici T.* Studies on Basidiomycetes. I. Production of mycelium and fruit body from noncarbohydrate organic substances.— *J. Ferment. Technol.*, 1971, 69, N 5, p. 435—446.
- Sussman A. S., Halvorson H. O.* Spores, their dormancy and germination. New York — London, Harper and Row, 1966. 354 p.
- Szuduga K.* Klimatyzacja w pieczarkarstwie.— *Owoce Warz. Kwiaty*, 1973, 13 N 15, s. 18—19.
- Szuduga K.* Pieczarka. Warszawa, Państw. Wyd-wo Roln. i Les'ne, 1975, 117 s.
- Szeucs Y.* Mushroom culture.— *Пат. СССР* № 2761246, опубли. 4.09.1956.
- Szeucs Y., Yonkers N. J.* Method of enhancing mushroom mycelium flavor.— *Пат. СССР* № 2 693 664, опубли. 9.11.1954.
- Szeucs Y., Yonkers N. G.* Method of growing mushroom mycelium and the resulting products.— *Пат. СССР* № 2 850 841, опубли. 9.09.1958.
- Tabak H., Cooke W. B.* The effect of gaseous environment on the growth and metabolism of fungi.— *Bot. Rev.*, 1968, 34, N 2, p. 126—252.
- Teng C.* Studies on the biology of macrofungi with reference to their cultivation.— *Acta bot. sin.*, 1966, 14, N 2, p. 150—179.
- Thron E.* «Falsche Trüffel» (*Diehlomyces microsporus*) ein Konkurrent des Kulturchampignons.— *Dtsch. Gärtner Post, Ausg. A*, 1972, 26, N 50, S. 5—7.
- Till O.* Champignonkultur auf sterilisiertem Nährsubstrat und die Wiederverwendung von abgetraganem Kompost.— *Mushroom Sci.*, 1962, 5, p. 251—257.
- Treschow C.* Nutrition of cultivated mushroom.— *Dan. bot. ark.*, 1944, 11, N 7, s. 1—180.
- Trinci A. P. J.* Culture turbidity as a measure of mould growth.— *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 1972, 58, N 3, p. 467—473.
- Tschierpe H. J., Sinden J. W.* Über leicht flüchtige Produkte des aeroben und des anaeroben Stoffwechsels des Kulturchampignons, *Agaricus campestris* var. *bisporus*.— *Arch. Mikrobiol.*, 1965, 52, N 1, S. 231—241.
- Tuite-Dalton J.* Zukunftsgedanken über Lagerung und Verpackung von Champignons.— *Champignon*, 1970, 10, N 101, S. 23—24.

- Tuite-Dalton J.* Four farm tour of Scandinavia.— *Mushroom J.*, 1975, **33**, N 4, p. 137—141.
- Uzonyi S.* A hazai gombacsiragyártás története és helyzete. Doktori értekezés (Kézirat). Budapest, 1971. 52 old.
- Vedder P. J.* Moderne Champignonteelt. Haag, 1968. 263 blz.
- Vedder P. J.* Nieuws van het centrum voor champignon teeltonderwijs. Cang van Zaken op de instructiekwerij.— *Champignoncultuur*, 1971 a, **15**, N 5, blz. 119—125.
- Vedder P. J. C.* Moderne Champignonteelt. Culemborgm, Tjeenk, Willink, 1971 b, 196, blz.
- Vedder P. J. S.* Giessen, wann und wieviel?— *Champignon*, 1972, **12**, N 128, S. 12—21.
- Véssey E.* Die grossangelegte Produktion von Pilzen auf Holzunterlage in Ungarn.— *Champignon*, 1969a, **9**, N 90, S. 8—15.
- Véssey E.* Angaben über die grossindustrielle Erzeugung des Austern Seitlings in Ungarn.— *Schweiz. Z. Pilzk.*, 1969b, **47**, N 1, S. 4—12.
- Véssey E., Tóth E.* A késői laskagomba nagyüzemben.— *Kertész. és szőlész.*, 1968, **17**, N 5, old. 120—121.
- Volz P. A.* In vitro studies on species and mutants of *Agaricus*, *Cantharellus*, *Lepista*, *Pleurotus* and *Volvariella*.— Ph. D. Thesis, Mich. Univ., 1966, p. 29—31.
- Wahl J.* Cultivation of wild form of the mushroom *Psalliota bispora* (Lge) Schäff. and Möll.— *Phytopathology*, 1950, **40**, N 9, p. 331—339.
- Waksman S. A., Nissen W.* On the nutrition of the cultivated mushroom and the chemical changes brought about by this organism in the manure compost.— *Amer. J. Bot.*, 1932, **19**, N 5, p. 514—537.
- Wasowicz E.* Identification of the volatile flavor compounds in mushroom *Agaricus bisporus*.— *Bull. Acad. pol. sci. Sér. sci. biol.*, 1974, **22**, N 3, p. 143—151.
- Witt W.* Ratsehläge für die Anlage von Ertragskulturer essbarer Holz — bzw. Humusverzehrender Pilze. Verteilt durch die Fa. W. Witt. Bernkastel — Kies, 1945. 112 S.
- Witt W., Henning B.* Shii-take — ein Pilz mit lauter guten Eigenschaften.— *Champignon*, 1965, **5**, N 48, S. 156—159.
- Wood F. C.* Studies on «damping-off» of cultivated mushroom and its association with *Fusarium* species. 2.— *Phytopathology*, 1937, **27**, N 4, p. 85—94.
- Wyatt I. J.* The control of paedogenetic cecid larvae in mushroom beds. The use of thionazin.— *Ann. Appl. Biol.*, 1970, **66**, N 3, p. 497—504.
- Wyatt I. J.* Insecticides and spawn strains.— *Mushroom J.*, 1973, **3**, N 2, p. 112—114.
- Yoder J. B., Sinden J. W., Hauser E.* Experience with zinc ethylene bis-dithiocarbamate as a fungicide in mushroom cultivation.— *Mushroom Sci.*, 1950, **1**, p. 100—107.
- Zadražil F.* Anbauverfahren für *Pleurotus Florida* Fovose.— *Champignon*, 1973a, **13**, N 139, S. 3—4.
- Zadražil F.* Anbau, Ertrag und Haltbarkeit von *Pleurotus Florida* Fovose.— *Champignon*, 1973b, **13**, N 141, S. 17—24.
- Zadražil F.* The ecology and industrial production of *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus florida*, *Pleurotus cornucopiae* and *Pleurotus eryngii*. Hamburg, 1974a. 6 p.
- Zadražil F.* Aktivmyzel — eine Ersparnis für die *Pleurotus* hersteilung.— *Champignon*, 1974b, **14**, N 151, S. 5—6.
- Zadražil F.* Characteristics of growth and nutrient influence on submerged cultures of *Basidiomycetes*.— 1976, Berlin, Abstr Pap. 5th Int. Ferment. Symp. Berlin, 1976a, p. 319—321.
- Zadražil F.* The use of plant waste for production of feed and edible fungi.— 1976, Berlin, Abstr Pap. 5th Int. Ferment. Symp. Berlin, 1976b, p. 321—326.
- Zadražil F., Schneidereit M.* Die Grundlagen für die Inkulturnahme einer bisher nicht kultivierten *Pleurotus* — Art.— *Champignon*, 1972, **12**, N 135, S. 25—32.
- Zadražil F., Schneidereit M., Pump G., Kusters H.* Ein Beitrag zur Domestikation von Wildpilzen.— *Champignon*, 1973, **13**, N 138, S. 17—34.

## КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

**АВТООКСИДАЦИЯ** — самоокисление растительных и грибных тканей под воздействием воздуха, часто сопровождающееся их окрашиванием.

**АКТИВНЫЙ МИЦЕЛИЙ** — посевной мицелий, после встряхивания которого начинается быстрый рост.

**АНАСТОМОЗ** — слияние клеток разветвленных гиф или ростовых трубок прорастающих спор.

**АНАЭРОБНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ** — организмы, способные к существованию и развитию при отсутствии молекулярного кислорода.

**АПИКУЛУС** — место прикрепления споры к стеригме.

**АЭРОБНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ** — организмы, которые для своей жизнедеятельности требуют наличия свободного молекулярного кислорода.

**БАЗИДИИ** — короткобулавовидные клетки в гимениальном слое, в которых происходит слияние ядер дикариона, редукционное деление ядра и на вершуске которых образуются стеригмы со спорами.

**БАЗИДИОСПОРЫ** — органы размножения базидиальных грибов, образуемые на базидиях.

**ГИФЫ** — тонкие ветвящиеся нити, совокупность которых составляет мицелий (грибницу).

**ГОБТИРОВКА** — процесс покрытия компоста покровной землей для предотвращения его высыхания и поддержания в нем постоянной влажности и температуры.

**ГРИБНИЦА** — вегетативное тело грибов, система тонких ветвящихся нитей (гиф).

**ДИКОРАСТУЩАЯ (самородная) ГРИБНИЦА** — брикеты земли или навоза, пронизанные мицелием шампиньонов и отобранные в местах естественного произрастания гриба с целью дальнейшего использования в качестве посадочного материала.

**ИНОКУЛЯЦИЯ** — внесение в субстрат мицелия грибов.

**КАЧАЛКА** — прибор для выращивания микроорганизмов во встряхиваемой глубинной культуре в колбах или пробирках.

**КОЛОНИЯ** — совокупность вегетативных и репродуктивных структур, выросших из одной споры или клетки гифы. Типичные колонии грибов образуются при культивировании на определенного состава плотных средах.

**КОМПОСТ** — смесь органических и минеральных веществ, которая в результате жизнедеятельности различных групп микроорганизмов, а также воздействия повышенной температуры и влажности превращается в благоприятный субстрат для выращивания шампиньонов.

**КОМПОСТИРОВАНИЕ** — биохимический ферментативный процесс, в ходе которого под воздействием различных микроорганизмов органические материалы разлагаются и переходят в доступную для шампиньонов форму, происходит гомогенизация компонентов компоста, повышение его влажности и температуры.

**КОНИДИИ** — спора бесполого размножения, образующаяся на обычных или дифференцированных гифах — конидиеносцах.

**КОЛЬЦО** — пленчатое образование на ножке, являющееся продуктом оторвавшегося от периферии шляпки частного покрывала.

**МИКОРИЗА** — симбиоз корней высших растений и мицелия гриба. Различают эктотрофную микоризу, сравнительно неглубоко проникающую в корни растения, и эндотрофную (внутриклеточную).

**МИЦЕЛИЙ** — вегетативное тело грибов, система тонких ветвящихся нитей (гиф).

**МНОГОЗОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ВЫРАЩИВАНИЯ ШАМПИНЬОНОВ** — система, при которой весь цикл выращивания шампиньонов проходит в двух или более специализированных помещениях, имеющих условия для каждой определенной фазы роста и развития грибов.

**МОНОСПОРОВЫЙ ШТАММ** — штамм, полученный из одной проросшей споры.

**МНОГОСПОРОВЫЙ ШТАММ** — штамм, полученный из нескольких проросших спор.

**МОРФОГЕНЕЗ** — смена форм развития гриба в процессе жизненного цикла или под воздействием различных внешних факторов.

**МУТАНТ** — организм с измененными наследственными свойствами.

**НАВОЗНЫЙ МИЦЕЛИЙ** — посевной мицелий грибов, выращенный на простерилизованном конском навозе.

**ОИДИИ** — клетки, образующиеся при расчленении гиф мицелия.

**ОДНОЗОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ВЫРАЩИВАНИЯ ШАМПИНЬОНОВ** — система, при которой весь цикл выращивания шампиньонов проходит в одном культивационном помещении.

**ОСВОЕННАЯ («культурная») ГРИБНИЦА** — куски компоста для выращивания шампиньонов, наиболее интенсивно пронизанные мицелием, отобранные при завершении цикла выращивания грибов для последующего использования в качестве посадочного материала.

**ПАСТЕРИЗАЦИЯ** — способ термической обработки субстрата, содержащего органические соединения, с целью освобождения его от бактерий.

**ПЛАСТИНКИ** — основа гименофора, на которых находятся базидии со спорами и цистидами.

**ПÓРА ПРОРАСТАНИЯ** — очень тонкий участок оболочки споры, из которого спора прорастает, расположена обычно на противоположном конце от места прикрепления споры к стеригме.

**ПОСАДОЧНЫЙ МИЦЕЛИЙ** — выращенный на различных субстратах (зерне, навозе, перлите и др.) мицелий, предназначенный для посадки в компост при культивировании съедобных грибов.

**ПРЯЖКА** — вырост, соединяющий две соседние клетки гифы, через которые осуществляется переход ядра при диплоидизации мицелия.

**РАСА** — таксономическая категория, применяемая для обозначения в ботанике хорошо обособленных в экологическом, а иногда и в морфологическом отношениях групп внутри вида.

**РЕВЕРЗУМ** — обратная сторона колонии гриба на плотной среде.

**РИЗОМОРФЫ** — уплотненные сплетения гиф, иногда темноокрашенные, разной степени морфологической дифференциации.

**САПРОФИТЫ** — грибы, питающиеся мертвым органическим материалом.

**СКЛЕРОЦИЙ** — видоизменение мицелиального роста, которое имеет обычно округлую, разных размеров форму и состоит из плотного сплетения различного строения гиф, содержащих запасные вещества и мало влаги. Служит для сохранения при неблагоприятных условиях.

**СПОРА** — общий термин для репродуктивных структур грибов.

**СПОРОВАЯ РАЗМНОЖЕННАЯ ГРИБНИЦА** — посевной мицелий, полученный путем размножения стерильной споровой грибницы на навозных грядах в специальных помещениях.

**СПОРОВЫЙ ОТПЕЧАТОК** — рисунок спороносного пластинчатого гриба — тонкие радиально расположенные полоски, образуемые выпадающими спорами.

**СТЕРИГМА** — тонкий участок спороносца гриба, на котором развивается спора.

**СТЕРИЛЬНАЯ ГРИБНИЦА** — мицелий, полученный из спор или плодовых тел путем проращивания на различных предварительно простерилизованных субстратах.

**СТРОМА** — плотное сплетение гиф, на котором располагаются спороношения.

**ТЕРМОФИЛЬНЫЕ ГРИБЫ** — группа грибов, которые могут развиваться при повышенных температурах и вызывать самонагревание органических материалов (зерна, сена, навоза, торфа и др.).



**ХЛАМИДОСПОРА** — клетка гифы, окруженная толстостенной оболочкой, образующаяся терминально или интеркалярно, шаровидной, неправильно-шаровидной или другой формы, служит для перенесения неблагоприятных условий и для вегетативного размножения.

**ФЕРМЕНТАЦИЯ** — изменение химической структуры субстрата под действием ферментов, выделяемых определенными видами грибов или микроорганизмов, и сопровождающееся накоплением первичных или вторичных продуктов метаболизма.

**ФЕРМЕНТЕР** — аппарат для глубинного выращивания мицелия.

**ФУНГИЦИДЫ** — вещества различной химической природы, губительно действующие на грибы.

**ЦИСТИДА** — стерильный, обычно светлоокрашенный, различной формы конец несудистой гифы в гимении (или другой части) базидиомицетов: *хейлоцистиды* — образуются на острие пластинки; *плевроцистиды* — сбоку пластинки; *каулоцистиды* — на ножке плодового тела.

**ЧАСТНОЕ ПОКРЫВАЛО** — остатки пленки, которая у молодых, еще развивающихся плодовых тел закрывает нижнюю сторону шляпки от краев до ножки.

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Глава 1. История культивирования съедобных грибов . . . . .	5
Глава 2. Производство и хранение посевного мицелия съедобных грибов .	17
Производство мицелия . . . . .	17
Хранение мицелия . . . . .	29
Аппаратура и оборудование лаборатории по производству мицелия	32
Глава 3. Шампиньон двуспоровый . . . . .	34
Систематика, происхождение, морфология, экология, биология .	34
Методы селекции высокоурожайных штаммов шампиньона двуспорового . . . . .	40
Компосты и их приготовление . . . . .	52
Полусинтетические компосты . . . . .	54
Синтетические компосты . . . . .	58
Рецепты компостов . . . . .	61
Компостирование . . . . .	64
Теоретические основы компостирования . . . . .	
Практика компостирования . . . . .	66
Пастеризация . . . . .	68
Методы короткого компостирования . . . . .	71
Инокуляция и развитие посевного мицелия . . . . .	73
Покровный материал . . . . .	77
Культивационные помещения . . . . .	81
Наземные шампиньонницы . . . . .	81
Подземные культивационные помещения . . . . .	90
Технология выращивания . . . . .	93
Однозональная система выращивания . . . . .	94
Многозональная система выращивания . . . . .	97
Выращивание на прямых грядках (с переворачиванием ящиков)	102
Культивирование в полиэтиленовых мешках . . . . .	103
Контроль и регулирование внешних условий . . . . .	105
Сбор, хранение и транспортировка . . . . .	109
Болезни и вредители . . . . .	125
Болезни . . . . .	126
Вредители . . . . .	134
Общие профилактические мероприятия при культивировании шампиньонов . . . . .	139
Качество продукции, мировой стандарт . . . . .	141
Потребление шампиньонов . . . . .	144
Консервирование посредством стерилизации . . . . .	144
Маринование . . . . .	147
Химико-технологический контроль производства . . . . .	148
Сушение . . . . .	150
Замораживание . . . . .	153
Сублимационная сушка . . . . .	156

Соление . . . . .	159
Изготовление грибного порошка . . . . .	160
<i>Глава 4. Вешенка обыкновенная . . . . .</i>	<i>161</i>
Систематика, морфология, экология, биология, культуральные особенности . . . . .	161
Выращивание экстенсивным способом . . . . .	167
Выращивание интенсивными способами . . . . .	170
Вредители и болезни . . . . .	182
<i>Глава 5. Опенок летний . . . . .</i>	<i>185</i>
Систематика, морфология, экология, биология, культуральные особенности . . . . .	185
Выращивание и хранение посевного материала . . . . .	190
Культивирование на древесине . . . . .	192
Культивирование на древесных отходах . . . . .	195
Культивирование в лесу и теплицах . . . . .	198
Пищевая ценность опенка летнего . . . . .	201
<i>Глава 6. Культивирование мицелия съедобных грибов на жидких средах . .</i>	<i>203</i>
Основные итоги культивирования мицелия съедобных грибов . .	203
Получение чистой мицелиальной культуры . . . . .	207
Общие закономерности роста мицелия грибов на жидких средах .	213
Поверхностное культивирование . . . . .	215
Глубинное культивирование . . . . .	217
Подбор питательных сред для культивирования . . . . .	224
Контроль чистоты культур и идентификация . . . . .	230
Пищевая ценность культурального мицелия . . . . .	237
Литература . . . . .	241
Краткий словарь терминов . . . . .	258

ИРИНА АЛЕКСАНДРОВНА ДУДКА  
СОЛОМОН ПАВЛОВИЧ ВАССЕР  
АСЯ СЕРГЕЕВНА БУХАЛО  
ИННА МИХАЙЛОВНА СОЛДАТОВА  
ЛИДИЯ ВАСИЛЬЕВНА ГАРИБОВА  
НИКОЛАЙ ИЛЬИЧ ФЕДОРОВ  
АНГЕЛИНА АНАТОЛЬЕВНА ИСАЧЕНКО  
ТАМАРА МИХАЙЛОВНА СКИБИЦКАЯ

## ПРОМЫШЛЕННОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ

Печатается по постановлению ученого совета  
Института ботаники им. Н. Г. Холодного АН УССР

Редактор *А. С. Кузнецова*  
Оформление художника *Н. И. Голокозакова*  
Художественный редактор *Р. И. Калыш*  
Технический редактор *А. М. Капустина*  
Корректоры *Т. А. Обора, А. Б. Ревуцкая, Е. А. Дубарь*

Информ. бланк № 1915

Сдано в набор 30.01.78. Подп. в печ. 07.08.78. БФ 01280. Формат 60×90/16. Бумага типогр. № 1. Лит. гарн. Выс. печ. Усл. печ. л. 16,5. Уч.-изд. л. 18,03. Тираж 1650 экз. Заказ 8—332. Цена 3 руб. 10 коп.

Издательство «Наукова думка». 252601, Киев, ГСП, Репина 3.

Отпечатано с матриц Головного предприятия республиканского производственного объединения «Полиграфкнига» Госкомиздата УССР, Киев, ул. Довженко, 3 в областной книжной типографии Львовского обл.-полиграфиздата, Львов, ул. Стефаника, 11, Зак. 3702.