

**А.И. ИВАНОВ**

**ШАМПИНЬОНЫ  
(РОД AGARICUS L.)  
РОССИИ**

**ВИДОВОЙ СОСТАВ, ЭКОЛОГИЯ,  
КУЛЬТИВИРОВАНИЕ**

*Монография*

Пенза 2018

УДК 635.82.(470)

ББК 42.349

И20

Печатается по решению научно-технического совета ФГБОУ ВО Пензенский государственный аграрный университет протокол № 5 от 20.09.18 г.

Рецензент д. б. н., профессор, заведующий кафедрой микологии и альгологии МГУ им. М.В. Ломоносова Кураков А.В.

Иванов Александр Иванович

И20 Шампиньоны России (род *Agaricus* L.). Видовой состав, экология, культивирование. Монография. /А.И. Иванов. – Пенза: РИО ПГАУ. – 2017. – 200 с.: илл.

Предлагаемая читателю монография посвящена изучению грибов рода *Agaricus*. В ее первой части приводятся сведения о видовом составе этих грибов на территории России, даются ключи для определения и подробные описания 45 видов рассматриваемого рода. Анализируются особенности их географического распространения и экологии. Вторая часть посвящена современным технологиям выращивания шампиньонов. Монография адресована специалистам микологам и преподавателям высших учебных заведений, аспирантам и студентам, обучающимся по специальности микология, специалистам, занимающимся выращиванием шампиньонов, а также всем любителям грибов.

ISBN 978-5-94338-925-2

© ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ 2018

© Иванов А.И., 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ЧАСТЬ I. ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРИБОВ РОДА <i>AGARICUS</i>	
История изучения рода <i>Agaricus</i> .....	8
История изучения грибов рода <i>Agaricus</i> в России.....	8
Видовой состав грибов рода <i>Agaricus</i> Fr. на территории России.....	12
Особенности морфологии грибов рода <i>Agaricus</i> .....	12
Внутривидовой полиморфизм.....	21
Модификационная изменчивость.....	24
Проблема выделения внутривидовых таксонов.....	25
Закономерности расселения грибов рода <i>Agaricus</i> по территории России и проблемы их охраны.....	27
Места обитания грибов рода <i>Agaricus</i> .....	32
Особенности питания грибов рода <i>Agaricus</i> .....	36
Сроки плодоношения грибов рода <i>Agaricus</i> .....	42
Ключ для определения видов рода <i>Agaricus</i> .....	44
Виды грибов рода <i>Agaricus</i> выявленные на территории России.....	48
ЧАСТЬ 2. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ШАМПИНЬОНОВ	
Виды шампиньонов, находящиеся в культуре.....	95
<i>Agaricus bisporus</i> номенклатура и происхождение.....	95
Распространение <i>A. bisporus</i> и характеристика природных популяций на примере Пензенской области.....	96
Культивирование шампиньона бразильского.....	101
Культивирование шампиньона двукольцового.....	104
Культивирование шампиньона полевого.....	105
Пищевая ценность шампиньонов.....	105
Технология выращивания шампиньона двуспорового.....	110
Посевной материал – мицелий.....	110
Современное производство шампиньонов.....	113
Приготовление субстрата.....	115
Исходные материалы.....	115

Приготовление субстрата фазы 1 в буртах с использованием перебивок.....	119
Приготовление субстрата в бункерах.....	122
Приготовление субстрата фазы 2.....	128
Приготовление субстрата фазы 2 в камерах пастеризации	133
Производство субстрата фазы 3.....	136
Производство покровного грунта.....	139
Оборудование культивационных помещений на современных фермах, создаваемых по специальным проектам	142
Загрузка компоста и покровного грунта в камеры выращивания.....	150
Полив.....	154
Схема технологического процесса выращивания шампиньонов.....	154
Управление процессом завязывания и качеством плодовых тел.....	157
Организация сбора грибов.....	158
Оборудование предприятий по выращиванию шампиньонов в приспособленных зданиях и помещениях.....	170
Болезни и вредители шампиньонов.....	175
Система мер защиты от болезней и вредителей на современных предприятиях.....	178
Влияние комплексов по выращиванию шампиньонов на окружающую среду.....	181
Утилизация отработанного субстрата.....	183
Литература.....	185
Указатель русских названий грибов.....	195
Указатель латинских названий грибов.....	197

## **ВВЕДЕНИЕ**

Род *Agaricus* по своей значимости занимает особое место среди агарикомицетов. Это связано с тем, что к нему относятся ценные съедобные грибы, которые успешно выращиваются в культуре. Среди них в первую очередь следует указать *A. bisporus*. В мировом производстве съедобных грибов его культура занимает ведущее положение. Кроме того для пищевых целей выращиваются также *A. arvensis*, *A. bitorquis*, *A. urinascens* (Бисько и др., 1983; Siwulski et al., 2014). Шапиньоны обладают не только высокой пищевой ценностью, но и целебными свойствами (Ли Юй., 2009). Так *A. brasiliensis* культивируется не только для пищевых целей, но и как лекарственное сырье.

Технологии выращивания грибов предполагают использование больших объемов отходов сельскохозяйственного производства. Если выращивание вешенки, шиитаке и других ксилотрофов позволяет использовать только отходы растениеводства и деревообработки, культура шампиньона дает возможность утилизировать такой экологически опасный материал как куриный помет. Его компостирование с соломой и дальнейшее применение для выращивания грибов позволяет получать ценное органическое удобрение – отработанный компост. Оно не только может повышать урожайность сельскохозяйственных культур, но и увеличивать содержание гумуса в почве. Поэтому выращивание шампиньонов можно рассматривать как безотходную биосферную технологию, повышающую продуктивность агроценозов нашей планеты.

Шампиньоноводство позволяет превращать в полезный продукт ту часть продукции агроценозов, которая без посредничества

грибов практически не используется, хотя на производство соломы, так же как и на производство зерна расходуется энергия солнца, удобрения и другие материальные ресурсы. Грибоводство позволяет внедрить в агросферу новый трофический блок редуцетов, который делает все сельскохозяйственное производство более эффективным. Род *Agaricus* в плане реализации этого направления научно-технического прогресса играет главную роль. Поэтому его изучение имеет не только большое научное, но и практическое значение.

Изучению грибов рода *Agaricus* в России посвящено достаточно большое количество работ, выполнявшихся разными исследователями в разные годы. Однако эти данные не систематизированы и разобщены. Многие работы давно стали библиографической редкостью. Кроме того в настоящее время произошли большие изменения в систематике и номенклатуре грибов рода *Agaricus*. Ряд видов на основе молекулярно-генетических исследований были объединены, а использовавшиеся ранее названия переведены в синонимы. Все это создает большие трудности в плане работы с литературными источниками прошлых лет. Это касается как анализа видовых списков и гербарных материалов, так и работы с определителями. Поэтому возникла необходимость в подготовке работы по видовому составу грибов рода *Agaricus* на территории РФ, в которой понимание объема видов соответствовало бы современным достижениям систематики грибов, а актуальность латинских названий и авторов таксонов были даны в соответствии с базой данных Index Fungorum.

В ходе исследований автора, а также других исследователей в последние десятилетия были существенно дополнены сведения о географии и экологии грибов рассматриваемого рода на территории РФ. Разобщенность данных материалов и малые тиражи опубликованных работ затрудняют использование этой информации. Поэтому их систематизация и обобщение также представляют собой актуальную научную задачу.

В настоящее время произошли существенные изменения в технологиях выращивания шампиньонов. Научно-технический прогресс сильно повлиял на эту отрасль сельскохозяйственного производства. Были разработаны и внедрены в производство новые машины и механизмы, которые позволили свести до минимума использование ручного труда на грибоводческих предприятиях. Поэтому существующие руководства, изданные на русском языке (Девочкин, 1975; Шалашова, 1987; Ранчева, 1990) в настоящее время устарели и представляют интерес, главным образом с точки зрения изучения истории технологий выращивания грибов.

В связи с этим целью данной работы было обобщение и критический анализ имеющихся сведений о грибах рода *Agaricus* в России. Материалом для них послужили результаты исследований, проводившихся с 1979 по 2017 г. на территории Среднего Поволжья и других регионов, изучение коллекционных материалов гербария БИН РАН им. В.Л. Комарова, а также практический опыт автора по организации современного производства шампиньонов.

## ЧАСТЬ I. ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРИБОВ РОДА *AGARICUS*

### История изучения рода *Agaricus*

Впервые рассматриваемый род был описан Р.А. Микели под названием *Psalliota* в работе «Fungorum orrdenes» в 1729 г. (Mickeli, 1729). Родовое же название *Agaricus* было введено в научный оборот К. Линнеем в 1753 г., в его работе «Species plantarum». Он понимал его широко, т.е. включал в него все виды грибов с пластинчатым гименофором (Linne, 1753). Позднее Э.М. Фриз ограничивает объем этого рода, однако понимает его еще очень широко и разделяет на ряд подродов (Fries, 1821).

В дальнейшем Л. Келе продолжает это разделение и возводит выделенные Э.М. Фризом подроды, в ряд новых родов (Quélet, 1872). При этом название *Agaricus* оказывается временно утраченным. Позднее П. Карстен (Karsten, 1879) занимается критической ревизией данной группы и возвращает ей название *Agaricus* (L.) Karst. Поскольку П. Карстен не изменил ранга рассматриваемой систематической единицы, а только исправил ее объем, как считал Б.П. Васильков, правильнее писать *Agaricus* Fr. emend. Karst. (Васильков, 1954; Вассер, 1980). Однако в большинстве современных руководств приоритет отдается К. Линнею, который ввел впервые в научный оборот родовое название *Agaricus* L.

### История изучения грибов рода *Agaricus* в России

Первые сведения в русскоязычной литературе о грибах рода *Agaricus*, с кратким описаниями признаков плодовых тел, даются в Определителе грибов А.А. Ячевского (1913). Более подробные



описания с указанием распространения и ключом для определения четырнадцати видов приводятся Л.А.Лебедевой (1949). Вопросы географического распространения грибов, в том числе и шампиньонов, рассматриваются Б.П.Васильковым (1955). Однако планомерный характер изучение видового состава грибов рода *Agaricus* приобретает с конца 60-х годов XX века в процессе региональных микологических исследований, которые активно проводились в этот период.

Сведения о грибах рассматриваемого рода по европейской части России мы находим в работах Э.П. Беденко (1979), А.И.Иванова (1983, 1989, 1992), Курочкина С.А. (1990), Лазаревой (1998), Михайловского (1975), Ребриева, Светашевой (2011); по Дальнему Востоку и Сибири – М.И.Бегляновой (1972), Л.Н.Васильевой (1973), Э.Л.Нездойминога (1970), В.В. Астапенко и Н.П. Кутафьевой (1990), А.Н. Петрова (1991) и др.

Особенно крупный вклад в изучение грибов рода *Agaricus* в пределах постсоветского пространства и соответственно РСФСР внес С.П.Вассер. Его работа «Флора грибов Украины: Агариковые грибы» (1980) содержит не только подробную информацию о видовом составе грибов изучаемого рода. В ней приводятся ключи для определения и подробные диагнозы видов. Эта работа сыграла большую роль в изучении рода *Agaricus* в сопредельных с Украиной областях европейской части России.

В работах «Агариковые грибы СССР» (1982,1985) С.П. Вассер приводит аннотированный список грибов семейства Agaricaceae, в котором для постсоветского пространства указывается 51 вид рода *Agaricus*, а для РСФСР – всего 11 видов. Наиболее подробной сводкой, включающей 25 видов рассматриваемого рода, является работа С.П.Вассера по Дальнему Востоку. В ней приводятся не только сведения о распространении грибов рода *Agaricus*, но и ключи для определения и подробные диагнозы видов (Вассер, 1990).

Исследования эколого-биологических особенностей видов рода *Agaricus* активно ведутся на кафедре микологии и альгологии

МГУ им. М.В. Ломоносова Л.В.Гарибовой и ее школой. Сотрудниками и аспирантами кафедры выполнено большое количество работ по изучению морфо-физиологических особенностей мицелиальных культур грибов рода *Agaricus*, а также по методам селекции культурных штаммов (Гарибова, 1963, 1964-а, 1964-б, 1971, 1975).

Большой вклад в изучение генетики грибов рассматриваемого рода внесен Ю.Т.Дьяковым и его школой (Грубе и др.1997). Этим же коллективом была проведена большая работа по изучению особенностей различных жизненных циклов *Agaricus bisporus* и нестабильности гомокариотических штаммов (Мажейка и др., 2000; Волкова и др., 2003).

О.В. Камзолкиной с сотрудниками проводятся исследования в области цитологии *Agaricus bisporus*. Ими опубликована серия статей, отражающих результаты исследований в области изучения ультраструктуры клеточных стенок рассматриваемого вида, морфологии и ультраструктуры митохондрий, количественного определения ДНК в ядрах, а также сравнительной кариологии штаммов с разными типами жизненного цикла (Волкова и др., 2003; Панчева и др., 2004; Матросова и др., 2009).

Первые научные исследования прикладного характера по культивированию шампиньонов были также связаны с кафедрой микологии и альгологии МГУ им. М.В.Ломоносова. Они были начаты Е.С.Клюшниковой в 30-е годы XX в. (Клюшникова и др.,1935). В 40-годы изучением проблем культивирования шампиньонов занимались также в Ботаническом институте АН СССР им. В.Л. Комарова Л.А. Лебедева (1941) и Т.Н. Николаева (1946). Однако в дальнейшем эти исследования там не нашли продолжения. Центром научного обеспечения грибоводства до настоящего времени остается кафедра микологии и альгологии МГУ.

Первые практические руководства по культуре шампиньонов вышли в нашей стране также в 30-е – 50-е годы XX века. Среди них следует указать работы М.А. Панова (1932, 1950) и В.С. Никитюка (1942, 1943). В 60-е – 70-е годы исследования в данном направле-

нии активизируются. Выходят в свет первые работы селекционного характера. Углубляются исследования технологического плана.

Большой вклад в изучение вопросов грибоводства был внесен профессором кафедры микологии и альгологии МГУ Л.В. Гарибовой и ее аспирантами А.И. Сафрай, Н.Б. Шалашевой и др. Ими были получены первые отечественные штаммы *A. bisporus* для промышленной культуры шампиньонов, изучались методы селекции этого гриба и производства посевного материала – мицелия (Гарибова, 1970; Гарибова, Фролова, 1971). Практические аспекты выращивания шампиньонов отрабатывались этими авторами на базе подмосковного совхоза «Заречье». Это было единственное передовое для 70 – 80 годов XX в. грибоводческое предприятие, которое производило не только грибы, но и посевной мицелий на штаммах отечественной селекции (273 и др.). Их коллекции к настоящему времени, к сожалению, утрачены.

Работы по изучению рецептур субстратов, а также по агротехнике выращивания шампиньонов велись также в НИИ селекции овощных культур Л.А. Девочкиным. Им было издано руководство по выращиванию шампиньонов «Шампиньоны» (Девочкин, 1975).

С 2000 года начинает выходить журнал «Школа грибоводства». На его страницах постоянно публикуются материалы о современных технологиях выращивания шампиньонов, о достижениях отечественных и зарубежных грибоводов. Проблемы, связанные с приготовлением субстратов и покровной почвы, а также с профилактикой и борьбой с вредителями и болезнями грибов подробно рассматриваются в статьях А.И.Сафрай (2012, 2013-а, 2013-б, 2014, 2015). Публикации И.Л.Михайловой посвящены регулированию микроклимата и формирования урожая плодовых тел шампиньонов, а А.Г. Смирнова – механизации производственных процессов и технологическому оборудованию (Михайлова, 2013-а; 2013-б; 2014; 2015; Смирнов, 2012). Большой интерес представляют работы главного редактора журнала А.В. Хренова по проблемам экономики и статистики грибного производства в России (2015).

## **Видовой состав грибов рода *Agaricus* Fr. на территории России**

К настоящему времени описано порядка 200 видов рода *Agaricus*, из которых большая часть распространены в тропиках (Wasser, 1980). В умеренных широтах их значительно меньше. На территории России по имеющимся публикациям и гербарным материалам указывается 56 видов, относящихся к рассматриваемому роду. В настоящее время восемь из них не рассматриваются в качестве самостоятельных таксонов. С учетом этих изменений видовой состав рода *Agaricus* на территории России насчитывает 45 видов.

Как показывает сравнение этого показателя с таковым для других стран, расположенных в умеренных широтах, видовой состав грибов рода *Agaricus* на территории нашей страны изучен достаточно полно. Для отдельных европейских стран, в частности для Украины указывается 54 вида, (Wasser, 1980), для Нидерландов – 43 вида (Noordeloos et al., 2001), для Южной Европы – 53 вида (Galli, 2012), для Польши – 35 видов (Siwulski et al., 2014). Для Северной Европы, включая Данию, Швецию, Норвегию и Финляндию – 41 вид (Funga Nordica, 2012).

### **Особенности морфологии грибов рода *Agaricus***

Грибы рода *Agaricus* характеризуются рядом специфических, характерных только для них признаков, четко отличающих их от представителей других родов, поэтому определение коллекционного материала до рода, как правило, не вызывает затруднений.

Остановимся на характеристике важнейших родовых признаков. Плодовые тела грибов рода *Agaricus* имеют различные размеры. Например, у таких видов, как *A. semotus*, *A. comtulus* диаметр шляпок не превышает 5 см, а у таких как *A. kuechnerianus* и *A. urinascens* он может быть 30 см и более. Несмотря на такие различия в размерах, габитус плодовых тел различных видов достаточно сходен.

Шляпки этих грибов, в начале развития плодовых тел полу-сферические или колокольчатые с подвернутым краем, затем плоские, иногда с широким бугорком или вдавленные в центре (рис.1). У разных видов толщина мякоти в шляпке не одинакова. В связи с этим выделяют толстомясистый и тонкомясистый тип шляпки, а также промежуточный тип – толсто-мясистый в центре и тонко-мясистый по краю (рис. 2).

Поверхность шляпок может быть голой, волокнисто-, прижато- или оттопырено-чешуйчатой (рис. 3). При этом оба типа поверхности могут наблюдаться у одного вида. Общий фон окраски обычно белый или сероватый, окраска же чешуек может быть коричневой, темно-серой, красноватой и т.п. При этом в центре шляпки чешуйчатость, как правило, выражена слабее или почти не выражена, поэтому в этой части окраска обычно оказывается более яркой, чем по периферии. У некоторых видов кутикула при нажиме меняет окраску и становится желтоватой, красноватой или коричневатой. По краю шляпки часто наблюдаются хлопьевидные остатки частного покрывала.

Пластинки свободные, тонкие, частые (рис. 4). У молодых плодовых тел разных видов их пигментация различна. Они могут быть розовыми, кремовыми или сероватыми. По мере роста они становятся пурпурно-бурыми, темно-коричневыми или почти черными. Изменение цвета пластинок зависит от окраски спор, которая варьирует в зависимости от возраста плодового тела. Трама пластинок у молодых плодовых тел правильная, а у зрелых – неправильная.

Споровой порошок практически у всех видов темно-коричневый. Споры светло-коричневые или темно-коричневые, с латеральным апикулюсом с флюоресцирующим содержимым, яйцевидные, округло-яйцевидные, эллипсоидальные, гладкие (рис. 5). Базидии 4-споровые, у некоторых видов 2-споровые. Хейлоцистиды многочисленные, разнообразной формы. У некоторых видов имеются плевроцистиды. У молодых плодовых тел пластинки прикрыты частным покрывалом, которое по мере



А



Б



В

Рис. 1 Форма шляпки: А – колокольчатая, Б – полусферическая, В – распростертая, вдавленная в центре



А



Б

Рис. 2 Толщина шляпки: А – тонко-мясистая; Б – толсто-мясистая



А



Б

Рис. 3 Поверхность шляпки: А – прижато-чешуйчатая,  
Б – оттопыренно-чешуйчатая





Рис. 4 Строение пластинок

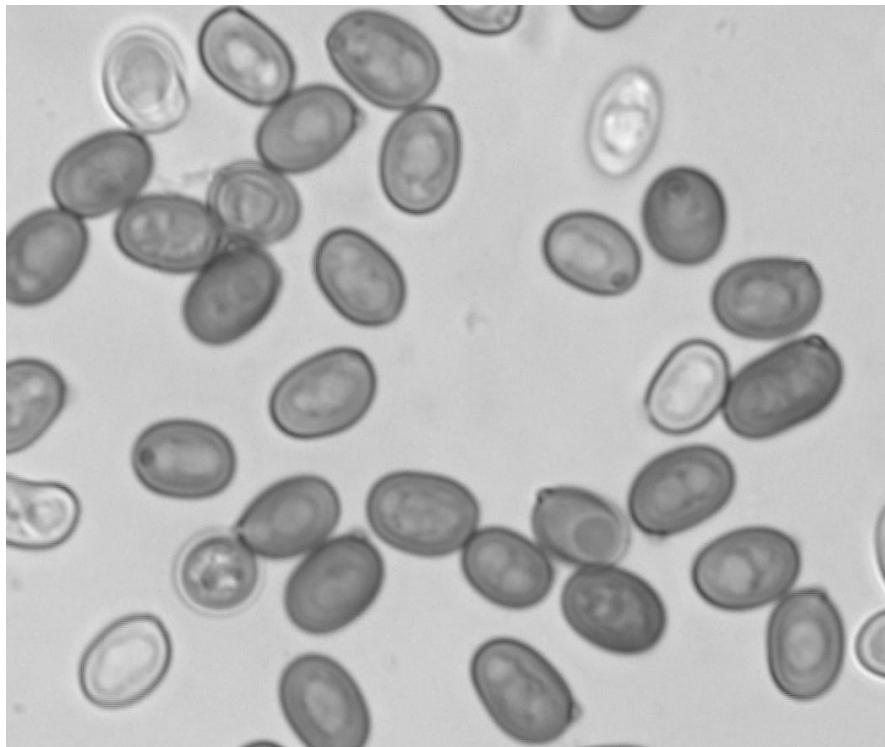


Рис. 5 Споры

роста разрывается и остается на ножке в виде кольца. Оно может быть двойным, как *A. bitorquis* толстым, перонатным, как у *A. bisporus* и *A. subperonatus* или простым тонким, быстро исчезающим, как у *A. abruptibulbus* (рис. 6).

При определении видов рассматриваемого рода имеет значение такой показатель, как отношение длины ножки к диаметру шляпки. Форма ножки может быть цилиндрической, булавовидной, изогнутой или клубневидной в основании (рис. 7). Важным видовым признаком является также наличие мицелиальных тяжей или ризоморф в основании ножки. Окраска ножки обычно соответствует окраске шляпки, однако у зрелых плодовых тел у нее обычно усиливается сероватый или коричневатый оттенок. При нажиме, поверхность шляпки и ножки может менять окраску на желтоватую, коричневатую или красноватую.

Мякоть плодовых тел белая, на разрезе окрашивается в светло-розовый, розовый, красноватый, желтый, светло-желтый, хромово-желтый цвет или не изменяет окраски. Запах у мякоти может почти отсутствовать или быть сильным типичным грибным, а иногда иметь специфические оттенки: миндаля, аниса, карболовой кислоты, иода и т.п.

Среди химических цветных реакций чаще всего используют реакцию Шеффера. Анилин и 65% азотную кислоту стеклянной палочкой наносят на шляпку в виде пересекающихся полос. При положительной реакции в месте пересечения проявляется хромово-желтое, постепенно переходящее в оранжево-красное окрашивание. Реакцию Шеффера можно проводить не только на свежих плодовых телах, но и на сухом коллекционном материале. Положительная или отрицательная реакция Шеффера широко используется при определении внутриродовых таксонов – секций. Описанная реакция была открыта Ю. Шеффером в 1933 г. (Вассер, 1980).



А

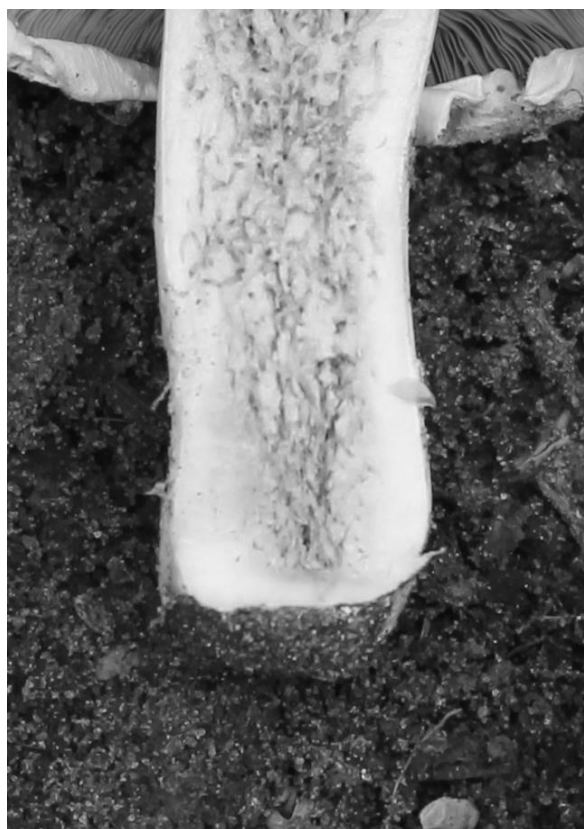


Б



В

Рис. 6 Форма кольца: А – двойное, Б – простое,  
Г – толстое перонатное



А



Б



В – клубневидная Г – изогнутая



Рис. 7 Форма ножки: А – цилиндрическая, Б – булавовидная, В – клубневидная, Г – изогнутая

## Внутривидовой полиморфизм

Определение видов рода *Agaricus* представляет большую сложность. Это связано с тем, что им свойственен сильный внутривидовой полиморфизм, определяющийся с одной стороны генетической гетерогенностью видов, с другой стороны широкой нормой реакции отдельных генов.

Для изучения внутривидовой изменчивости формы и окраски нами были проведены специальные исследования. В качестве модельного вида использовался *A. bisporus*. На территории Пензенской области, было выявлено шесть морфологических форм этого вида: коричневая крупноплодная и коричневая мелкоплодная, кремовая крупноплодная и кремовая мелкоплодная, белая крупноплодная и белая мелкоплодная. Все они обитали в сходных экологических условиях – на кучах полуперевшего соломистого навоза, который в массе скапливался на фермах в 80-е – 90-е годы XX века при подстилочном содержании скота. Из всех шести форм были выделены мицелиальные культуры и на их основе получен зерновой мицелий, который использовался для инокуляции стандартного компоста в условиях культивационного помещения. Во всех вариантах опыта были получены плодовые тела, признаки которых соответствовали исходным культурам (Иванов, Москалец, 1996). Таким образом, описанные фенотипы являются наследственными.

Описанный характер внутривидового полиморфизма свойственен не только *A. bisporus*, но и большинству других видов рассматриваемого рода. Например, у *A. augustus* наряду с типовой формой, имеющей коричневую окраску шляпки, также имеется белая разновидность, описанная как *A. augustus* var. *albus*. У *A. bitorquis* типовая форма имеет белую окраску шляпки, но наряду с ней встречается разновидность *Agaricus bitorquis* var. *validus*, имеющая охристо-коричневую кутикулу, а у *A. campestris* – *A. campestris* var. *isabellinus*.

У *A. xantodermus* и *A. pseudopratis* четко выделяются формы с белой не пигментированной кутикулой и кутикулой окрашенной

в светло-серый цвет. У *A. arvensis* и *A. osecanus* различаются варитеты с чисто-белой и кремовой шляпкой. Белая форма последнего рассматривалась до проведения молекулярно-генетических исследований как самостоятельный вид – *A. nivescens*. Таким образом, такой признак как окраска кутикулы шляпки у грибов рассматриваемого рода оказывается не стабильным.

Отмеченное у *A. bisporus* варьирование размеров плодовых тел, проявляется и у других видов. Мелкоплодные и крупноплодные формы наблюдаются также у *A. arvensis* и *A. xantodermus*. Обычно они образуют четко обособленные группы плодовых тел.

Более стабильным признаком, в отличие от окраски кутикулы шляпки, оказывается окраска пластинок молодых плодовых тел. Она может быть красновато-розовой, серой или кремовой. Поэтому при сборе коллекционных образцов желательно иметь и молодые плодовые тела.

Внутривидовой полиморфизм у грибов рассматриваемого рода проявляется не только на уровне плодовых тел. Он характерен и для вегетативных мицелиев. Например, разным штаммам *A. bisporus* свойственен различный тип колоний. Кроме того они нередко отличаются друг от друга по скорости роста, требованиям к условиям окружающей среды и урожайности плодовых тел на стандартных компостах (Гарибова, 1964; Грубе и др., 1997).

Как показали наши наблюдения, проводившиеся в условиях Пензенской области с 2005 по 2017 г. для *A. arvensis* характерно наличие сезонных форм. Образование плодовых тел на одних мицелиях из года в год наблюдалось только в июне, на других только в сентябре-октябре. Кроме того наблюдались формы, плодоносившие несколько раз, т.е. с июля до октября.

У грибов рода *Agaricus* имеют место различные типы жизненных циклов, что откладывает отпечаток на анатомические признаки микроструктур. Наиболее детально данное явление изучено у *A. bisporus* (Волкова и др., 2003). У этого вида чаще встречаются амфиталлические или 2-поровые штаммы. Гораздо

реже обнаруживаются штаммы, имеющие 4-споровые базидии и соответственно гетероталлический жизненный цикл (Kerrigan et.al., 1994). Разные жизненные циклы свойственны и другим видам рассматриваемого рода, поэтому *Agaricus bisporus* в этом плане далеко не уникален. В ходе наших исследований 2-споровые базидии обнаруживались у *A. arvensis*, *A. osecanus*, *A. subfloccosus*. Для таких видов как *A. benesii*, *A. silvaticus* наличие 2-споровых базидий известно по литературным данным (Вассер, 1980).

Следует подчеркнуть, что наличие или отсутствие 2-споровых базидий, а также их количество по отношению к 4-споровым не является постоянным признаком. Оно может быть различным даже у плодовых тел, растущих группой из одного мицелия. Споры, развивающиеся на 2-споровых базидиях, имеют два ядра и потому оказываются крупнее тех, формирование которых происходит на 4-хспоровых базидиях. Поэтому присутствие в гименофоре двуспоровых базидий может оказывать влияние на такой важный с точки зрения классической систематики признак, как размер спор. Если в изучаемую выборку попадают споры, сформировавшиеся на 2-споровых базидиях, средний показатель их размера будет иметь большее значение, чем у спор, взятых из плодовых тел, у которых 2-споровые базидии отсутствовали.

Описанный внутривидовой полиморфизм, от части, может быть следствием воспроизводства амфиталлических форм, потому что мутации, возникающие при образовании двуядерных спор, всегда будут проявляться в фенотипе. Они не будут переходить в рецессивное состояние, как это обычно происходит при скрещивании гетероталлических форм. В связи с тем, что в плодовых телах шампиньонов образуется огромное количество спор, возникает соответствующее число различных мутаций. Высокая скорость мутационного процесса является общим свойством грибов, что показано на примере фитопатогенных видов в первую очередь на примере их адаптации к новым поколениям пестицидов (Дьяков, 1998).

Внутривидовой полиморфизм у грибов проявляется на уровне кариотипов. В первую очередь он выражается наличием особых мелких В-хромосом, не обязательных в отличие от основных А-хромосом для обеспечения жизнедеятельности. Количество В-хромосом у штаммов одного вида может быть различным, что в итоге может определять их индивидуальные биологические особенности (Камзолкина и Дунаевский, 2015).

Процесс образования новых форм, обладающих теми или иными отличиями от типовых, у грибов оказывается очень динамичным. Агарикомицеты в отличие от фитопатогенных микромицетов, представляющие собой более сложные организмы, нередко с многолетним жизненным циклом, изучены в этом плане значительно слабее. Однако нет оснований считать, что указанные выше биологические особенности могут быть не свойственны и им.

### **Модификационная изменчивость**

Генетически закрепленные признаки, которые могут служить основанием для выделения внутривидовых таксонов – форм, следует отличать от модификаций, являющихся проявлением нормы реакции отдельных генов под влиянием факторов окружающей среды. Однако в природных условиях проявление внутривидового полиморфизма и модификационной изменчивости отличить довольно сложно. Поэтому изучение последней оказывается наиболее эффективным в условиях культивационных помещений, при оценке влияния различных факторов среды на морфологические признаки плодовых тел одного штамма. Оно проводилось нами в 2015 г. на грибоводческом комплексе «Подмосковный».

Как показывают наблюдения, температура, влажность и концентрация углекислого газа оказывает существенное влияние на процесс закладки и формирования плодовых тел (Сафрай, 2013-б). Например, при недостаточной влажности воздуха в культивацион-



ном помещении у *Agaricus bisporus* поверхность шляпки покрывается волокнистыми чешуйками.

Недостаток кислорода в культивационном помещении влияет на пропорции плодовых тел. Для них характерна луковицеобразная суженная к низу ножка, длина которой в полтора-два раза может быть больше средних размеров.

Высокая плотность покровного грунта способствует формированию крупных плодовых тел с короткой ножкой и мясистой шляпкой, иногда слегка вдавленной в центре и более высоким содержанием сухого вещества (Сафрай, 2015). Подобное воздействие на формирование плодовых тел оказывает также повышенное содержание солей в покровном грунте.

### **Проблема выделения внутривидовых таксонов**

Как было показано выше, как генотипическая, так и модификационная изменчивость проявляются у близких видов рассматриваемого рода сходным образом, что является общебиологической закономерностью – законом гомологических рядов (Вавилов, 1920). Однако по сравнению с другими родами агарикомицетов в силу описанных выше особенностей для шампиньонов это особенно актуально.

Сильная вариабельность морфологических признаков, затрудняет использование методов классической систематики при идентификации грибов рассматриваемого рода. Не случайно, что благодаря молекулярно-генетическим исследованиям, многие виды стали пониматься более широко. Не вызывает сомнения, что в настоящее время в литературе описано гораздо больше видов рода *Agaricus*, чем реально существует в природе. Например, видовой состав грибов рода *Agaricus* в условиях Украины с учетом номенклатурных изменений будет на сегодняшний день насчитывать 46 видов, а не 54, ранее указанных С.П. Вассером (Вассер, 1980). Ведутся работы по установлению идентичности

некоторых тропических видов и видов, распространенных в умеренных широтах (Wasser et. al. 2002).

Современные методы исследований и связанное с их применением более широкое понимание видов делает актуальной проблему внутривидовой систематики. Вопрос о том, как быть с видами, статус которых не подтверждается генетическими исследованиями, может иметь два решения – либо отказаться от них совсем, либо придать статус внутривидовых таксонов. Первая позиция оказывается наиболее простой. Однако такое решение приведет к тому, что отправленные в «архив» науки виды через какое-то время будут вновь выявляться новыми поколениями исследователей, как классическими, так и ультра-современными методами (Иванов, 2017).

Никак нельзя исключить тот факт, что применяемые в настоящее время методы анализа ДНК несовершенны и не будут модернизированы в дальнейшем. Поэтому, на мой взгляд, учитывая сложившуюся ситуацию, следует возвратиться к концепции П.Н. Головина (1953) и Б.П. Василькова (1953) о виде, как «сложной систематической единице, представленной большим количеством мелких подразделений». Этими «подразделениями» и должны быть такие внутривидовые таксоны, такие как форма и разновидность.

Объединение всех видовых признаков в одном диагнозе, ведет к размыванию границ между видами и невозможности использовать те или иные ключевые признаки. Поэтому методами классической систематики возможна лишь точная идентификация типовых форм. Например, типовая форма *A.bisporus* var. *bisporus* имеет 2-споровые базидии, а *A.bisporus* var. *burnettii* и *A.bisporus* var. *eurotetrasporus* 4-споровые. Если в ключе для определения вида *A.bisporus* писать базидии 2- или 4-споровые, а не 2-споровые рассматриваемый вид будет крайне сложно развести с близкими к нему видами. Поэтому в отношении грибов рассматриваемого рода особенно актуальной

становится проблема внутривидовых таксонов, т.к. к нему относятся много ультраполиморфных видов.

Например, С.П. Вассер (1980) для *A. arvensis* приводит три формы, для *A. bisporus* – шесть форм, для *A. campestris* – пять. Определение внутривидовых таксонов в одних случаях возможно методами классической систематики, в других, как например, в случае с 4-споровыми формами *A. bisporus* лишь с помощью молекулярно-генетических исследований.

### **Закономерности расселения грибов рода *Agaricus* по территории России и проблемы их охраны**

В отношении грибов рода *Agaricus* территория России изучена неравномерно. Наиболее детально исследована Европейская часть. Имеющиеся данные позволяют проанализировать закономерности географического распространения грибов рассматриваемого рода в этой части страны. Так в степной зоне в пределах Астраханской, Волгоградской, Оренбургской, Ростовской, Саратовской областей РФ, а также республик Калмыкия и Крым выявлено – 32 вида (Десятова, 2008; Ребриев и др., 2012). Для лесостепной зоны (Белгородская, Пензенская, Тульская, Самарская области) – 23 вида (Беденко, 1979; Иванов, 1989; Светашева, 2004; Малышева, Малышева, 2008.). Для лесной зоны (Московская, Ленинградская, Калининская, Ярославская) – 15 видов (Курочкин, 1993; Лазарева, 1998; Морозова, 2001; Колмаков, 2005; Кириллов, 2011), для зоны тундры – 4 вида (Михайловский, 1975; Каратыгин и др., 1999). Таким образом, грибы рода *Agaricus* обитают во всех природных зонах, однако их видовое богатство уменьшается с юга на север.

В азиатской части России род *Agaricus* изучен значительно слабее. Наиболее подробной сводкой, включающей 25 видов рассматриваемого рода, является работа С.П. Вассера по Дальнему Востоку (Вассер, 1990). Для Западной и Восточной Сибири в региональных сводках указывается порядка 10 видов (Нездоймино, 2011).

1970; Беглянова, 1972; Астапенко, Кутафьева, 1990; Петров, 1991).

Несмотря на достаточно большое видовое разнообразие, грибы рода *Agaricus* в микобиоте свойственной современным типам растительности территории России не играют существенной роли. Это связано с тем, что из 45 видов, выявленных на этой территории, широко распространенными являются всего шесть. Это *A. abruptibulbus*, *A. arvensis*, *A. bisporus*, *A. bitorquis*, *A. semotus*, *A. campestris*. Они имеют очень обширные ареалы и фиксируются в большинстве региональных микологических сводок. Остальные виды являются редкими и очень редкими. Характер встречаемости видов рода *Agaricus* на территории России показан в таблице 1. К очень редким – О.р. нами отнесены виды, отмеченные на территории страны 1–3, к редким – Р. – 4–7, к часто встречающимся Ч. – 8–12 и к встречающимся очень часто О.ч. – виды, отмеченные более чем 12 находками. Для обозначения названий Красных книг, в которые занесены виды рассматриваемого рода, приняты следующие сокращения: ВО – Красная книга Волгоградской области (Красная книга ..., 2006); РК – Красная книга Республики Калмыкия (Красная книга ..., 2014); РКр – Красная книга республики Крым (Красная книга ..., 2015); РО – Красная книга Ростовской области (Красная книга ..., 2014). ТО – Красная книга Тульской области (Красная книга..., 2010), ЧА - Красная книга Чукотского автономного округа (Красная книга..., 2008).

Таблица 1

Характер встречаемости грибов рода *Agaricus* на территории России и охраняемые виды

№	Виды грибов	Характер встречаемости				Виды в рег. Кр. Кн.
		О.ч	Ч	Р	О.р.	
1	<i>A. abruptibulbus</i> P	+				
2	<i>A. altipes</i>			+		
3	<i>A. amanitaeformis</i>				+	РО
4	<i>A. aristocratus</i>				+	ЧА
5	<i>A. arvensis</i>	+				
6	<i>A. augustus</i>			+		
7	<i>A. benesii</i>				+	
8	<i>A. bernardii</i>			+		РО, РК,РК р
9	<i>A. bisporus</i>	+				
10	<i>A. bitorquis</i>	+				
11	<i>A. bresadolanus</i>				+	
12	<i>A. campetstris</i>	+				
13	<i>A. comtulus</i>			+		
14	<i>A. cupreobrunneus</i>				+	
15	<i>A. diminutivus</i>				+	
16	<i>A. gennadii</i>				+	
17	<i>A. iodosmus</i>				+	
18	<i>A. kuechnerianus</i>				+	РКр
19	<i>A. langei</i>				+	
20	<i>A. lanipes</i>				+	

21	<i>A. litoralis</i>				+	PO, To
22	<i>A. lutosus</i>			+		PO
23	<i>A. macrocarpus</i>			+		PO
24	<i>A. macrosporoides</i>				+	
25	<i>A. meleagris</i>			+		
26	<i>A. moellerianus</i>				+	PO
27	<i>A. osecanus</i>		+			
28	<i>A. pampeanus</i>				+	
29	<i>A. perturbans</i>				+	
30	<i>A. phaeolepidotus</i>				+	
31	<i>A. pilatianus</i>				+	
32	<i>A. placomyces</i>				+	
33	<i>A. porphyrizon</i>				+	
34	<i>A. porphyrocephalus</i>				+	
35	<i>A. pseudopraticensis</i>				+	
36	<i>A. semotus</i>	+				
37	<i>A. sylvaticus</i>		+			
38	<i>A. sylvicola</i>		+			
39	<i>A. subfloccosus</i>				+	
40	<i>A. subperonatus</i>				+	
41	<i>A. subrufescens</i>				+	
42	<i>A. tabularis</i>			+		BO, PK
43	<i>A. urinascens</i>			+		PO
44	<i>A. velenovskyi</i>				+	
45	<i>A. xanthodermus</i>		+			
	Итого	6	4	9	26	

Значительная доля редких и очень редких видов в видовом составе грибов рода *Agaricus* России не является результатом недостаточной изученности распространения представителей рассматриваемого таксона, а природной закономерностью. Она проявляется и на уровне микобиот территорий других государств, хорошо изученных в отношении грибов рода *Agaricus* (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение редких и широко распространенных видов рода *Agaricus* на территориях России, Украины и Польши

Названия стран	Количество видов	Количество редких и очень редких видов	Доля редких и очень редких видов в %
Россия	45	38	84
Украина	46	36	76
Польша	35	26	74

В связи с тем, что 38 видов рода *Agaricus* являются редкими для территории России, возникает проблема их охраны. Часть из них включены в Красные книги Волгоградской и Ростовской областей, Чукотского национального округа, республик Калмыкия и Крым. Однако меры охраны в отношении грибов рассматриваемого рода не могут быть универсальными, т.к. эти грибы имеют различную жизненную стратегию. Например, типичными к-стратегами являются *A. litoralis*, и *A. kuechnerianus*, которые держатся в занимаемых ими местообитаниях длительное время.

По данным венгерских исследователей (Bohus, 1961) мицелий *A. litoralis*, образующий «ведьмины круги» в заповедных пуштах Венгрии распространяется на 15-25 см в год. Учитывая диаметр наблюдаемых колец можно заключить, что их возраст в условиях памятника природы Степь Большой Ендовы в Пензенской области, составляет не менее 60 лет. Сходную биологию имеет *A. kuechnerianus*, очень редкий вид – обитатель альпийских

лугов и пастбищ (яйл) в Крымских горах (Вассер, 1980). Типичными к-стратегами являются также *A. arvensis* и *A. bitorquis*. По нашим наблюдениям в условиях Пензенской области эти грибы в некоторых локусах держатся более 30 лет, ежегодно образуя плодовые тела. Максимальный возраст мицелиев, порядка 600 лет, зафиксирован американскими исследователями для *A. tabularis* (Shantz, Piemeisel, 1917). В отношении к-стратегов вполне эффективной мерой охраны будет включение их местообитаний в состав ООПТ.

Однако большинство видов рассматриваемого рода г-стратеги. Как показали наблюдения в условиях Пензенской области *A. bisporus*, быстро колонизируя субстрат и давая массовое плодоношение, держится в одних местах не более трех лет. Многие редкие виды, например, *A. benesii*, *A. pilatianus*, *A. pseudopatensis*, *A. urinascens* были зафиксированы в своих местообитаниях единичными находками и в последующие годы не наблюдались. Поэтому охрана их местообитаний вернее всего не даст положительных результатов. Единственным эффективным методом сохранения их генофонда может быть создание коллекций мицелиальных культур.

### **Места обитания грибов рода *Agaricus***

Большинство видов рассматриваемого рода не связано с какими-либо конкретными природными сообществами. Так исключительно в степных местообитаниях распространены *A. bernardii*, *A. iodosmus*, *A. litoralis*, *A. kuechnerianus*, *A. moelleri*, *A. pompeanus*, *A. tabularis*. Чисто лесными видами являются *A. abruptibulbus*, *A. augustus*, *A. meleagris*, *Agaricus purpurellus*, *A. silvaticus*, *A. silvicola*, *A. subrutilescens*. Специфичным для тундр является один вид – *A. aristocratus*.

Остальные виды встречаются в различных растительных сообществах, испытывающих те или иные типы антропогенного воздействия.



Грибы рода *Agaricus* традиционно относят к трофической группе гумусовых сапротрофов. Однако такой подход указывает скорее не на питающий субстрат, а на место локализации их мицелия, а именно на содержащий гумус почвенный горизонт А. Л. В. Гарибова (Гарибова, 1974) разделяет виды рода *Agaricus* на копрофилов, гербофилов и подстилочных сапротрофов. Представителями названных трофических групп считать их можно только условно, потому что эти грибы не растут непосредственно на чистом навозе, на отмерших органах трав и опавших листьях.

Как было показано в эксперименте, наилучшие показатели роста мицелий этих грибов имеет на смесях отмерших частей растений с навозом или почвой (Гарибова, Сафрай, 1974). Это связано с тем, что большая часть видов рода *Agaricus* находятся в сложных трофических отношениях с микрофлорой, которая свойственна подобным смесям. На примере *A. bisporus* показано, что именно микроорганизмы приготовляемого для выращивания этого гриба субстрата, являются для него основным источником питания. Поэтому шампиньоны не образуют плодовых тел, подобно ксилотрофам на стерильных питательных средах (Сафрай, 2012).

Для стимуляции плодоношения грибам рассматриваемого рода оказывается необходим определенный набор микроорганизмов, имеющий место в разных местообитаниях, подверженных выпасу, которые встречаются на территории нашей страны от зоны степей до зоны тундр. При этом испытывать влияние выпаса могут как сообщества травянистых растений (степи, луга, тундры) так и лесные массивы, особенно их опушечные зоны. В той или иной степени к пастбищным ландшафтам тяготеют: *A. arvensis*, *A. bisporus*, *A. campestris*, *A. gennadii*, *A. macrocarpus* и *A. pilatianus*. При этом такие виды как *A. bisporus* и *A. gennadii* развиваются и на кучах складированного навоза, а *A. arvensis* вокруг них.

Как показывает анализ характера распространения видов рода *Agaricus* по территории России в целом и по отдельных регионам, большинство этих грибов не находят своего места в климаксовых растительных сообществах, свойственных современному растительному покрову страны. Они обитают лишь в нарушенных природных сообществах и в антропогенных местообитаниях. Это дает основание предполагать, что современное состояние растительного покрова является неблагоприятным для рассматриваемой группы грибов. Как было показано выше, многие виды рода *Agaricus* тяготеют к пастбищным ландшафтам, роль которых в современном растительном покрове нашей страны относительно не велика и имеет тенденцию к сокращению.

Однако так было не всегда. Как показывает анализ отечественных и зарубежных литературных источников, многие авторы склоняются к мнению, что формирование зоны сплошных лесов особенно в пределах Русской равнины есть результат влияния человека, истребившего в последние десять тысяч лет крупных травоядных, в первую очередь мамонтов, туров, бизонов и др. (Калякин, 2004). Эти животные на протяжении сотен тысяч лет создавали и поддерживали лесо-лугово-пастбищный ландшафт. В связи с этим в растительном покрове выделялись многочисленные сообщества травянистых растений – от полупустынь на юге до тундро-степей на севере, с огромным количеством лугово-степных и луговых вариантов.

Большие изменения дикие копытные вносили и в лесные экосистемы. Уничтожая подлесок, уплотняя почву и обогащая ее навозом, они создавали особые сообщества паркового типа, в которых под пологом старых деревьев развивался луговой травяной покров. Особенно ярко они были выражены в пойменных дубравах у водопоев. В этих условиях формировалась соответствующая им микобиота. В ней, возможно, одну из важнейших ролей играли виды рассматриваемого рода. Вероятно, благодаря их адаптации к быстро меняющимся под влиянием тающих льдов условиям, шли процессы видообразования. Определенным подтверждением этого

являются результаты исследований генетических маркеров, которыми могут служить фракции эстераз.

Сотрудниками кафедры микологии и альгологии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова было показано, что 20 дикорастущих штаммов *Agaricus bisporus*, выделенных в условиях лесостепной зоны в пределах Пензенской области, имели индекс генетического разнообразия Шеннона в 2,5 раза более высокий, чем у 26 штаммов культивируемых сортов европейской селекции. Поэтому с большой долей вероятности можно утверждать, что в условиях лесостепной зоны европейской части России существуют генетически дивергентные популяции *Agaricus bisporus* (Белякова и др., 1991; Можина и др., 1993;). Вполне возможно это относится и к другим видам рассматриваемого рода, однако эта проблема требует специальных исследований.

Уже в историческое время стада диких травоядных животных сменил домашний скот. Он стал поддерживать пастбищные травяные сообщества, но на значительно меньших территориях. Однако переход на современные технологии в животноводстве еще более сократил рассматриваемые экосистемы. Таким образом, можно предположить, что численность большинства видов рода *Agaricus* имеет тенденцию к сокращению.

Вымирание плейстоценовой мегафауны, привело к изменению и частичному исчезновению сопутствующих ей ландшафтов. В связи с этим виды грибов, свойственные им, утратив природные местообитания, адаптировались к антропогенным сообществам, среди которых в первую очередь следует указать парки и другие искусственные лесонасаждения.

Особенно благоприятны для грибов рассматриваемого рода парковые группы и лесополосы из различных видов елей за пределами их естественных ареалов. Так в условиях ботанического сада БИН РАН под группами деревьев ели колючей в 2015г. был отмечен редкий для территории России *A. subfloccosus*, под этой же группой деревьев развивались плодовые тела *A. osecanus*.

В Пензенской области в лесополосе из ели обыкновенной был найден очень редкий вид *A. benesii*. Наряду с ним в этих условиях были отмечены *A. arvensis*, *A. silvaticus* и *A. silvicola*. Последний здесь развивался значительно обильней, чем в естественных местообитаниях.

Благоприятные условия для развития грибов рода *Agaricus* складываются в насаждениях белой акации, которая благодаря симбиозу с азотфиксирующими бактериями обогащает почву азотом. Здесь встречаются *A. arvensis*, *A. semotus*, *A. xantodermus*. В условиях Украины для этих местообитаний указываются также очень редкие виды: *A. bresadolianus*, *A. pseudopratensis* и *A. litoralis* (Wasser, 1980).

Некоторые виды рода *Agaricus* адаптируются к селитебным территориям. Среди них в первую очередь следует указать такой степной вид как *A. bitorquis*. В условиях населенных пунктов он обитает на газонах, по обочинам дорог, иногда под асфальтовым покрытием. При своем развитии плодовые тела этого гриба нередко проламывают его. В подобных условиях отмечается также *A. bisporus*.

### **Особенности питания грибов рода *Agaricus***

Состав питательной среды является одним из основных факторов, обеспечивающих получение плодовых тел грибов в искусственных условиях. Изучение плодоношения некоторых видов рода *Agaricus* в искусственной культуре показало, что наилучших результатов, то есть образования мицелиальных тяжей, примордиев и плодовых тел можно достигнуть лишь при создании условий, максимально приближающихся к природным, в которых обитает данный вид.

Для шампиньона, относящегося к гетеротрофным организмам, важнейшее значение имеет углеродное и азотное питание. Все имеющиеся литературные данные о физиологии питания шампиньона касаются лишь мицелиальных культур.

Мицелий *A. bisporus* наиболее энергично растет на питательных средах с ксилозой и глюкозой, менее интенсивно – на средах с мальтозой и крахмалом. Значительно хуже растет мицелий на средах с галактозой, слабый рост наблюдается на средах с солями органических кислот и целлюлозой. Г. Богуш, исследовавший отношение к источникам углерода различных сортов шампиньона, показал, что отмеченные другими авторами закономерности в росте мицелия одного сорта культурного шампиньона характерны и для других сортов (Bohus, 1961).

Все испытанные сорта наиболее хорошо росли на питательных средах с ксилозой и глюкозой. Г. Богуш указывает также, что вес мицелия разных сортов шампиньона, выращенного на одном и том же источнике углерода, увеличивается по-разному. Тем не менее, максимальный вес мицелия всех сортов был отмечен в варианте с глюкозой.

Л.В. Гарибова (1963, 1975) отмечает, что лучшим источником углеродного питания для одних рас шампиньона является глюкоза, для других – мальтоза и ксилоза. Ей установлено, что оптимальными источниками углерода для всех изученных видов рода *Agaricus* являются смеси: манит + глюкоза, крахмал + глюкоза, ксилоза + глюкоза. Изученные виды не способны расти на средах с целлюлозой в качестве единственного источника углерода.

Кроме перечисленных соединений углерода шампиньон усваивает пентозы, гексозы, дисахариды, многие органические кислоты, пектин, а также углерод из сложных азотсодержащих соединений. Для всех изученных в эксперименте видов наиболее благоприятным источником углерода являются смеси сахаров. Глюкоза используется шампиньонами более интенсивно, чем манит и ксилоза (Гарибова, 1963). Из азотсодержащих веществ мицелиальными культурами грибов рассматриваемого рода легко усваиваются – пролин, валин, аспарагин, гликокол, лейцин, аргинин, аланин и соли аммония. Нитраты и мочевины усваиваются значительно хуже (Гарибова, 1964-б).

В ходе исследований химического состава субстратов четырех наиболее распространенных видов *A. arvensis*, *A. bisporus*, *A. bitorquis* и *A. campestris* было установлено, что они предъявляют разные требования к обеспеченности основными элементами питания (Иванов, Москалец, 1996). Наиболее требовательным к содержанию углерода в питающем субстрате является *A. bisporus*, наименее требовательным – *A. campestris*

Как показывают наблюдения, между содержанием углерода в питающем субстрате *A. bisporus* и обилием плодовых тел наблюдается определенная взаимосвязь. С наибольшим обилием они развиваются на субстратах, характеризующихся более высоким содержанием углерода. В местообитаниях, где содержание этого элемента ниже средних показателей, развиваются лишь единичные плодовые тела.

Значение содержания азота в питающих субстратах для изучаемых видов не одинаково (Иванов, Москалец, 1996). Самым нитрофильным видом является *A. bisporus*. Образование плодовых тел у этого гриба происходит в широких пределах содержания азота в субстрате, в том числе и при содержании азота в субстрате, не превышающем этот показатель в почвах природных экотопов. Однако обилие плодовых тел гриба при низких показателях содержания азота резко сокращается и, наоборот – при более высоком содержании этого элемента в субстрате количество плодовых тел возрастает. Четко выраженную нитрофильность имеет и *A. arvensis*, обилие плодовых тел которого также связано с содержанием азота в субстрате. По *A. bitorquis* и *A. campestris* подобной закономерности выявить не удалось. Они развивались достаточно обильно в пределах всего спектра варьирования концентраций аммонийного и нитратного азота в их субстратах.

Как показывает сравнение полученных данных, повышенная потребность в азоте проявляются у тех же видов, которые оказываются требовательны к высокому содержанию углерода, а именно у *A. bisporus* и *A. arvensis*.

Как показывают наблюдения, самый богатый азотом и углеродом субстрат – солоmistый навоз, складирuемый возле ферм, может активно усваивать лишь один вид – *A. bisporus*. С наибольшим обилием он развивается на отвалах навоза крупного рогатого скота и лошадей, содержащего солоmistую подстилку. Особенно благоприятными оказываются свалки, где субстрат постоянно обновляется за счет выброса новых партий навоза, перемешивается со старым, уже содержащими мицелий и обеспечивает быструю колонизацию субстрата за счет вегетативного роста. Вегетативное размножение в этих условиях, вероятно доминирует над споровым.

*A. bisporus* встречается также на кучах навоза, складирuемых рядом с полями и дачными участками. Однако туда он преимущественно заносится из навозохранилищ. Здесь изучаемый вид держится обычно до двух лет. Еще более кратковременным бывает его плодоношение на унавоженных почвах бахчей и огородов, куда мицелий также попадает с навозом.

Кроме навоза, *A. bisporus* поселяется и на других богатых углеродом и азотом субстратах: на перепревшей соломе, конопляной костре и отходах переработки хмеля. Однако на них он плодоносит менее обильно.

Плодоношение *A. bisporus* начинается на кучах навоза, пролежавших не менее года. В этот период данный субстрат имеет однородную структуру, темно-коричневую окраску и содержит частицы полуразложившейся соломы. Благоприятное влияние на плодоношение оказывает прогон скота по навозным буртам, а также их рыхление и раскапывание, связанное с частичным вывозом навоза. Обычно более массовое развитие плодовых тел наблюдается в таких нарушенных местах, вероятно, за счет аэрации. Там же, где развит мощный травостой, грибов обычно бывает несколько меньше, т.к. сплетение корней нарушает аэрацию субстрата и частично ингибирует плодоношение. На второй год хранения навоза *A. bisporus* не исчезает, однако обилие его резко снижается. Через три-четыре года плодоношение *A. bisporus* прекращается.

*A. bisporus* занимает особое место в сукцессии шляпочных грибов, принимающих участие в биогенном разложении навоза. Обычно ему предшествуют *Coprinus cinereus*, *C. lagopus*, *C. miser* и *Panaeolus ater*. Когда начинается плодоношение *A. bisporus*, большинство из них исчезает или резко снижает свое обилие. Одновременно с этим видом на навозных кучах, пролежавших около года, появляются плодовые тела *Endoptychum agaricoides*, *Leucoagaricus leucothitus*, *Lepista sordida* и *Conocybe mesospora*. Однако обильное плодоношение эти виды дают лишь на третий - четвертый год хранения навоза, когда *A. bisporus* теряет свои позиции и встречается единично.

Для *A. bitorquis*, *A. arvensis*, *A. campester* в описанной сукцессии не находится места. Эти виды, особенно *A. arvensis*, часто развиваются возле навозных куч, но не на них, как *A. bisporus*. Однако это связано не с агрохимическими особенностями данного субстрата. В природных условиях эти виды на нем оказываются не конкурентоспособными. Это подтверждается тем, в условиях культуры на пастеризованном компосте, не содержащем мицелия других агарикомицетов, эти грибы растут и плодоносят не менее успешно, чем *A. bisporus* (Siwulski et al., 2014).

Изученные виды шампиньонов не одинаково относятся к содержанию фосфора в субстрате. Особенно требовательным к обеспеченности субстрата этим элементом оказывается *A. bitorquis*, который предпочитает почвы с его повышенным содержанием. Обычно это места, где содержались лошади. Интересно отметить, что распространение *A. bitorquis* в г. Пензе совпадает с теми районами города, где в прошлом были конюшни, санные рынки и т.п. В связи с тем, что фосфор слабо мигрирует в почвенном горизонте, этот гриб остается в своих местообитаниях на долгие годы.

В естественных местообитаниях высокое обилие этого гриба констатировалось нами на опушке дубравы, на серой лесной почве, подстилаемой карбонатной породой – мергелем, содержащей



включения фосфоритов. Таким образом, *A. bitorquis* может быть своеобразным индикатором месторождений фосфоритов. Повышенную чувствительность *A. bitorquis* к фосфору следует учитывать при приготовлении субстрата для выращивания этого гриба.

Остальные изученные нами виды не проявляли какой-либо зависимости от содержания фосфора в субстрате. Не выделялся в этом плане и *A. bisporus*. Варьирование этого показателя не сказывается на обилии плодовых тел данного вида. Поэтому содержание фосфора в навозе крупного рогатого скота, а тем более в навозе лошадей, и в курином помете оказывается достаточным для развития данного вида. Это ставит под сомнение целесообразность добавки суперфосфата к субстрату, рекомендуемой некоторыми авторами (Ранчева, 1990).

Плодоношение *A. bisporus* и *A. bitorquis* в природных условиях происходит в достаточно широких пределах рН среды – от слабокислой до нейтральной и слабощелочной. Однако данные виды предпочитают более высокие показатели рН лежащие в интервале от 5,9 до 7,5. Такие виды, как *A. arvensis* и *A. campestris* обильно плодоносят и на слабокислых, и на нейтральных почвах (рН от 4,9 до 6,1).

Как было показано выше, наибольшее разнообразие и обилие видов рассматриваемого рода свойственно лесостепным и степным областям юга России, почвы которых нередко оказываются засолены. Как показал анализ приуроченности видов рассматриваемого рода по гербарным образцам и литературным данным рассматриваемые виды шампиньонов, а также *A. bernardii* отмечались в подобных условиях. Такой вид, как *A. litoralis* встречается на морских побережьях, для почв которых также характерно высокое содержание солей (Galli, 2012.).

Как показали наши опыты, хлорид натрия и сульфат магния при добавлении в агаризованные среды стимулировали рост мицелиальных культур *A. bisporus* и *A. bitorquis*. Гидрокарбонат натрия напротив оказывал на них токсическое действие (Иванов, Москалец, 1996). Это значит, что благоприятное влияние на виды

рода *Agaricus* оказывает лишь хлоридно-натриевое засоление почвы, содовое засоление напротив оказывает вредное воздействие.

Использование карбонатных субстратов, в частности известнякового щебня при строительстве дорог, а также применение поваренной соли против обледенения асфальтового покрытия в зимнее время создают в почвах их обочин особую среду обитания. Она характеризуется высокими показателями рН и повышенной концентрацией хлорида натрия. Такое сочетание факторов оказывается благоприятным для *A. bisporus* и *A. bitorquis*, которые активно осваивают данные местообитания. Общеизвестным фактом является то, что *A. bitorquis* проникает даже под асфальтовые покрытия и его плодовые тела в процессе роста продавливают его. Как показал анализ материалов микологической коллекции БИН РАН, ряд образцов *A. bisporus* и *A. bitorquis* были собраны именно в этих условиях.

Повышенное содержание хлорида натрия в питающем субстрате оказывает влияние и на морфологию плодовых тел, что хорошо известно из практики шампиньоноводства. Если в качестве покровного грунта применяется низинный торф с повышенным содержанием солей, плодовые тела закладываются более крупными, с плоскими слегка вдавленными шляпками, а содержание сухого вещества в них оказывается более высоким (Сафрай, 2015).

### **Сроки плодоношения грибов рода *Agaricus***

Грибы рода *Agaricus* в природе имеют сходный ритм плодоношения. Факторы, определяющие завязывание плодовых тел хорошо изучены на примере *A. bisporus* в условиях культуры. Среди них важнейшую роль играет увлажнение субстрата и его охлаждение примерно до  $+17^{\circ}$ . Как показали наши наблюдения в условиях Пензенской области, от этих факторов зависит плодоношение *A. bisporus* и в природных условиях.

Первая волна плодоношения этого гриба наблюдается в мае-июне обычно после умеренно влажной осени. Если осень предшествующего года холодная и влажная, плодоношение весной обычно не происходит, так как сильное переувлажнение и низкая температура субстрата ингибируют его колонизацию мицелием. Задерживается появление плодовых тел также в случае холодной зимы и глубокого промерзания субстрата. В июле-августе плодовые тела *A. bisporus* появляются обычно во время резких похолоданий, которым предшествовала теплая и умеренно влажная весна.

Наиболее благоприятное время для плодоношения *A. bisporus* ранняя осень – вторая - третья декада сентября. Однако если сохраняется теплая умеренно влажная погода, единичные плодовые тела появляются даже в начале ноября. Остальные виды рода *Agaricus* в районе исследований имеют сходный ритм плодоношения. Виды с узкой приуроченностью к определенным срокам плодоношения – весенние или позднеосенние, как например, у представителей рода *Pleurotus* среди шампиньонов отсутствуют.

Как показывает анализ сроков сбора образцов микологической коллекции БИН РАН и литературных источников в южных районах страны у видов рассматриваемого рода наблюдается две волны плодоношения – поздне-весенняя – в конце апреля – в мае и осенняя – в сентябре-октябре. В лесостепной зоне весенняя волна наблюдается не чаще чем раз в четыре года, однако летняя проявляется почти ежегодно. Максимум обилия и разнообразия шампиньонов приходится на сентябрь. Севернее весенняя волна обычно не наблюдается. Плодовые тела грибов рода *Agaricus* появляются здесь во второй половине лета и ранней осенью.

## Ключ для определения видов

1. Ножка без кольца с беловатой вольвой, расположенной в середине ножки ..... *A. gennadii*
  - Ножка с кольцом.....2
2. Ножка в основании покрыта гранулами..... *A. amanitaeformis*
  - Ножка без гранул в основании .....3
3. Мякоть в основании ножки на разрезе интенсивно желтеет и имеет неприятный карболовый запах .....44
  - Мякоть с иными признаками .....4
4. Плодовые тела крупные, с мясистой шляпкой диаметром от 10 до 20 см и более .....5
  - Плодовые тела мелкие или средних размеров, диаметр шляпки не более 8 см.....41
5. Шляпка белая, сероватая, оттопырено-чешуйчатая.....6
  - шляпка с иными признаками .....9
6. При нажиме слегка краснеет ..... *A. bernardii*
  - При нажиме желтеет.....8
8. Обитает в тундре ..... *A. aristocraticus*
  - Обитает в степях и пустынях..... *A. tabularis*
9. Шляпка вначале полусферическая, обычно прижатая в центре. Длина ножки примерно равна диаметру шляпки или короче .....10
  - Шляпка, вначале сферическая или колокольчатая, длина ножки обычно превышает диаметр шляпки в 1,3 и более раз... 22
10. Кольцо двойное ... .....11
  - кольцо не двойное, плотное перонатное .....12
11. Шляпка белая, грязно-белая без чешуек ..... *A. bitorqis*
  - Шляпка светло-коричневая, покрытая прижатыми чешуйками.....*A. subperonatus*
12. Базидии 2-споровые ..... *A. bisporus*
  - Базидии 4-споровые.....13
13. Шляпка покрыта прижатыми коричневыми чешуйками...14
  - Шляпка без прижатых коричневых чешуек .....19

14. Кольцо перонатное толстое, бороздчатое .....	<i>A. subfloccosus</i>	
— Кольцо верхушечное простое.....		15
15. Шляпка пурпурно-коричневая.....		16
— Шляпка коричневая, без пурпурного оттенка.....		18
16. Споры мелкие 4,5–5,5(6)х3-3,5(4) мкм.....	<i>A. porphyrrizon</i>	
— Споры средних размеров.....		19
18. Споры 6,5-8,1х4,2-5,2 мкм .....	<i>A. cupreobrunneus</i>	
— Споры 5,2-6,7 х 3,5-4,2 мкм .....	<i>A. porphyrocephalus</i>	
19. Ножка 1,5-2 раза короче диаметра шляпки, до 2,5 см толщиной.....	<i>A. litoralis</i>	
— Ножка длиннее и менее массивная.....		20
20. Мякоть на разрезе окрашивается в светло-розовый цвет.....		21
21. Шляпка белая или розоватая, мякоть с сильным грибным запахом.....	<i>A. campestris</i>	
— Шляпка желтоватая, мякоть со слабым грибным запахом.....	<i>A. bresadolianus</i>	
22. Шляпка с прижатыми коричневыми чешуйками.....		23
— шляпка без прижатых коричневых чешуек .....		28
23. Шляпка тонко-мясистая.....		24
— Шляпка толсто-мясистая.....		25
24. Мякоть на разрезе, слабо розовеющая, в основании ножки слегка желтеющая Споры 5-6,3 х 3,7-4,5 мкм.....	<i>A. velenovskyi</i>	
— Мякоть на разрезе интенсивно краснеющая. Споры 4,5-9,3х3-5,4 мкм.....	<i>A. sylvaticus</i>	
25. Споры крупные, более 7 мкм длиной.....		26
— Споры мелкие, до 7 мкм длиной.....		27
26. Диаметр шляпки 10-25 см. Споры 7.4—8.2 х 4,7-5,1 (6) мкм .....	<i>A. augustus</i>	
— Диаметр шляпки 6-12 см. Споры 7,0–10 х 4,0–5,4 мкм .....	<i>A. lange</i>	27.
Споры 6-7 х 4-5 мкм.....	<i>A. subrufescens</i>	
— Споры 5,5-6,5х3,5-4 мкм .....	<i>A. lanipes</i>	
28. Шляпка толстомясистая.....		29

— Шляпка тонко-мясистой, если толсто-мясистой то только в центре.....	37
29. Шляпка до 60 см диаметром .....	<i>A. kuechnerianus</i>
— Шляпка меньшего размера .....	30
30. Споры очень крупные 9,1-12x5,6-7мкм.....	<i>A. urinascens</i>
— Споры меньших размеров.....	31
31. Мякоть на разрезе розовеющая с запахом горького миндаля .....	<i>A. macrocarpus</i>
— Мякоть с иными признаками.....	32
32. Реакция Шеффера отрицательная .....	33
— Реакция Шеффера положительная.....	34
33. Споры 7,5-10,5x5-7 мкм .....	<i>A. pampeanus</i>
— Споры 6,6-7,4 x 4,2-4,8 мкм .....	<i>A. benesii</i>
34. Мякоть на разрезе приобретает охристый оттенок, с сильным анисовым запахом .....	<i>A. arvensis</i>
— Мякоть с иными признаками.....	35
35. Мякоть на разрезе не меняет окраски со слабым приятным запахом, споры мелкие 5-6,5(8)x4-5(5,) мкм .....	<i>A. osecanus</i>
— Мякоть на разрезе окрашивается в красно-коричневый цвет, споры крупные до 9 мкм длиной.....	36
36. Шляпка слизистая, покрытая крупными, желтовато-оливковыми прижатыми чешуйками. Мякоть, белая, с запахом сырости и не выраженным вкусом.....	<i>A. perturbans</i>
— Шляпка сухая, без желто-оливковых чешуек, мякоть со слабым анисовым запахом.....	<i>A. macrosporoides</i>
37. С реактивом Шеффера реакция отрицательная, мякоть со слабым или не выраженным запахом.....	38
— С реактивом Шеффера реакция положительная, с сильным анисовым запахом.....	39
38. Ножка до 12 см длиной, слегка расширяющаяся к основанию.....	<i>A. altipes</i>
— Ножка короче, не более 8 см длиной, слегка суживающаяся к основанию.....	<i>A. moellirianus</i>

39. Ножка в основании с ярко-выраженным клубеньком...  
..... *A. abruptibulbus*  
— Ножка цилиндрическая или булавовидная без клубенька.....40
40. Споры мелкие, 5–6 x 3–4 мкм ..... *A. sylvicola*
41. Пластинки розовые, мясо-красные ..... *A. comtulus*  
— Пластинки до созревания спор серые или слегка розоватые.....43
42. Ножка, длинная в 2-2,5 раза больше диаметра шляпки.....*A. diminutivus*  
— Ножка не превышает диаметра шляпки более чем в 1,5 раза.....43
43. Шляпка до 6 см, с желтоватым оттенком, покрытая охристыми прижатыми чешуйками ..... *A. lutosus*  
— Шляпка до 5 см диаметром без желтого оттенка ...*A. semotus*
44. Мякоть с сильным запахом йода, до созревания спор пластинки грязнобелые, слегка розоватые..... *A. iodosmus*  
— Мякоть с карболовым запахом, пластинки иной окраски...45
45. Шляпка у молодых плодовых тел с плоской серединой, как бы трапециевидная..... *A. placomyces*  
— Шляпка иной формы.....46
46. Шляпка от чисто-белой до сероватой.....47  
— Шляпка от серой до почти черной.....48
47. Шляпка диаметром от 4 до 12 см, пластинки розовато-коричневатые..... *A. xanthodermus*  
— Шляпка диаметром от 2 до 5 см, пластинки ярко-розовые.....*A. pseudopratensis*
48. Шляпка диаметром до 12 см, споры эллипсоидальные..49  
— Шляпка до 7 см диаметром, Споры 5,5-6,7 x 4,3 – 5 мкм.....*A. pilatianus*
49. Кольцо, покрыто по краю рыжевато-коричневыми чешуйками ..... *A. phaeolepidotus*  
— Кольцо без рыже-коричневых чешуек, по краю утолщенное, иногда раздвоенное.....*A. meleagris*

## Виды грибов рода *Agaricus* выявленные на территории России

1. *Agaricus abruptibulbus* Peck (*A. essettei* Bon) – Шампиньон клубневой (рис. 8)

Шляпка 8-14 см диаметром, в центре толсто-мясистая, по краям тонкомясистая, яйцевидно-колокольчатая, позже выпукло-распростертая, с широким бугорком, иногда в центре плоская, с тонким подвернутым, позже распростертым, волнистым, с остатками покрывала краем, белая, при прикосновении желтеет, голая, шелковисто-волокнистая, иногда по краю с прижатым хлопьевидным налетом. Пластинки светлые сероватозеленые, позже темно-коричневые, со светлым стерильным краем. Базидии 4-споровые, 20-30x7-8 мкм, булабовидные. Споры 6-8x4-5 мкм, коричневые, широкоовальные. Ножка 10-12x1-2 см, центральная, цилиндрическая, ровная, иногда изогнутая, к основанию расширяющаяся в клубень до 3 см диаметром, белая, вверху с красноватым оттенком, голая, гладкая, шелковисто-волокнистая, в основании часто с хлопьевидно-чешуйчатым налетом, с верхушечным простым, широким, тонким, позже свисающим, белым, сверху гладким, снизу желтоватым хлопьевидным кольцом. Мякоть белая, на разрезе по периферии ножки окрашивается в розоватый цвет, с запахом миндаля, без вкуса. С реактивом Шеффера реакция положительная.

Один из самых распространенных видов. Распространен по всей лесной зоне и в лесостепи. Обитает в хвойных и смешанных лесах.

**Изученные образцы:** Вологодская обл. Кириллова О.С. 10.09.2005. 235267; Краснодарский край, 17.06.74 Коваленко, LE 10000. LE 10001, Ленинградская обл., Морозова, 10.09.99., 215521; Пензенская обл., 28.08.1990, Иванов А.И. 17780. LE 235184; Ростовская обл., 08.07.2003, Ребриев, LE 287242; Самарская обл., 22.08.1999, Малышева, LE 234366; Ставропольский край, 22.08.1999, Малышева, LE 234366; Тульская обл., 02.09.2002. Светашева, LE 234795; Юго.зап. побережье оз. Байкал, 9.06.1982, Петров, LE 9999.



**Литература:** Вологодская обл. (Кириллова, 2007); Кировская обл. (Кириллов, 2011); Ленинградская обл. (Морозова, 2001; Мурманская обл. (Михайловский, 1975; Столярская, 2006); Оренбургская обл. (Десятова, 2008); Пензенская обл. (Иванов, 1989); Приморский край, Хабаровский край (Вассер, 1990); Самарская обл. (Мальшева, Мальшева, 2008); Тульская обл. (Светашева, 2004).

**2. *Agaricus altipes* (F.H. Moeller) F.H. Moeller** (*A. aestivalis* (F.H. Moeller) Pilát, *A. flavotactus* (F.H. Moeller) Pilát, *A. albosericeus* Rauschert) – Шампиньон удлиненный

Шляпка 4-8 см диаметром, в центре толсто-, по краю тонко-мясистая, вначале колокольчатая, полукруглая, с тонким подвернутым краем, потом выпукло распростертая, плоско распростертая с широким бугорком, иногда с хлопьевидно-чешуйчатым налетом, белая, беловато-желтоватая. Пластинки тонкие, частые, вначале беловатые, затем розоватые и наконец темно-коричневые, шоколадно-коричневые или почти черные с белым стерильным краем. Базидии 4-споровые, 21-40x8-10 мкм, булавовидные. Споры 6,0-8,0 x4,1-4,5 мкм, светло-коричневые, яйцевидно-эллипсоидальные. Ножка 8-12x1-2 см, центральная, цилиндрическая, ровная, к основанию слегка расширяющаяся, белая, в основании желтовато-бурая волокнистая, с верхушечным простым тонким, быстро исчезающим кольцом. Мякоть, белая, в верхней части ножки и около пластинок на разрезе окрашивается в красноватый цвет, в основании ножки в красно-коричневый цвет, с запахом миндаля и не выраженным вкусом. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

Растет в хвойных лесах на песчаной почве.

**Изученные образцы:** Ленинградская обл., 28.08.1957; Васильков, LE 10006; Оренбургская обл., 12 05 2005, Десятова, LE 253551; Тульская обл., 2.09.2000, Светашева, LE 234791.

**Литература:** Мурманская обл. (Михайловский, 1975); Тульская обл. (Светашева, 2004).

### **3. *Agaricus amanitiformis* S. Wasser** – Шампиньон мухоморовидный

Шляпка 2-6 см диаметром, толсто-мясистая, вначале полукруглая, потом выпукло распростертая, плоско распростертая с широким бугорком, с подвернутым, с остатками частного покрывала волнистым краем, белая, беловато-желтоватая. Пластинки тонкие, частые, вначале беловатые, затем розоватые и коричневые или почти черные со стерильным краем. Базидии 4-споровые, 22-34 x 6-8 мкм, булавовидные. Споры 5,4-6,9x3,6-4,5 мкм, бурые, широко-овальные. Ножка 2,5-5,5x0,5-1,2 см, центральная, цилиндрическая, ровная, к основанию слегка расширяющаяся, в основании покрытая белыми гранулами легко отпадающими при подсыхании, белая, позже желтоватая, с верхушечным простым тонким, в верхней части борозчатым быстро исчезающим кольцом. Мякоть, белая, на разрезе не меняющая окраски без выраженного запаха и вкуса. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

Растет в лесах и парках.

*Литература:* Юго-запад РФ (Ребриев и др. 2011).

### **4. *Agaricus aristocratus* Gulden (*A. arcticus* Gulden)** – Шампиньон аристократический

Шляпка 15-20 см диаметром, выпукло-распростертая, беловато-сероватая, таблитчато-трещиноватая, пирамидально-растрескивающаяся, при прикосновении желтеющая. Пластинки розовато-коричневые, потом темно-коричневые со светлым стерильным краем. Ножка цилиндрическая, 5-7x1-2 см, беловатая, шерстисто-волокнуистая с широким свисающим кольцом. Мякоть белая, на разрезе в основании ножки и над пластинками слегка розовеет, со слабым грибным запахом и пресным вкусом. Базидии 4-споровые. Споры 7-9x6-7 мкм широкоовальные. Мякоть белая на разрезе не изменяющая окраски или очень слабо розовеющая. Запах слабый приятный.

Встречается на остепненных щебнистых склонах дриадовых и ивняково-дриадовых тундр на почвах, формирующихся на карбонатных породах, чаще близ нор лемингов.

**Изученные образцы:** Таймыр, 24.01.1996, Нездойминого, LE 1018;: Остров Врангеля, 24.01.1996, Нездойминого, LE 10184; Остров Врангеля, 08.1972, Васильков, LE 10109.

**Литература:** Таймыр, Чукотский автономный округ, о-в Врангеля (Каратыгин и др. 1999); Чукотский автономный округ (Красная книга Чукотского автономного округа, 2008).

**5. *Agaricus arvensis* Schaeff.** ( *A. leucotrichus* (F.H. Moeller) F.H. Moeller; *A. fissuratus* (F.H. Moeller) F.H. Moeller) – Шампиньон полевой (рис. 9)

Шляпка 7-20 см диаметром, вначале удлинненно-коническая, округло-колокольчатая, полукруглая, позже выпукло распростертая, с небольшим бугорком или в центре иногда приплюснутая, белая, кремовато-белая, при прикосновении желтеет, позже становится светло-охристой, шелковистой, черепитчаточешуйчатой, с тонким подвернутым, позже распростертым, волнистым, с остатками покрывала краем. Пластинки беловатые, серовато-мясо-красные, позже темно-коричневые, со светлым стерильным краем. Базидии 4-споровые, 27-30x7-9 мкм, булаво-видные. Споры 6,3-9 (9,5)x4,5-5,5 мкм, коричневые, яйцевидные, эллипсоидальные. Ножка 8-20x1-3 см, центральная, цилиндрическая, ровная, иногда слегка изогнутая, одноцветная со шляпкой, при прикосновении желтеет, к основанию часто с хлопьевидным налетом, с верхушечным простым, широким, отстающим, белым, со временем желтеющим, сверху гладким, снизу часто с хлопьевидным налетом кольцом. Мякоть белая на разрезе окрашивается в светло-охристый цвет, с запахом аниса, вкус сладковатый. С реактивом Шеффера реакция положительная.

Относится к числу самых распространенных видов. Встречается в различных местообитаниях – по опушкам лесов, на луговых и степных пастбищах, в парках и т.п.

**Изученные образцы:** Астраханская обл., 22.10.2009, Ребриев, LE 287128.; Краснодарский край, 23.09.1978, Коваленко, LE 10010; Свердловская обл., 12.09.1999, Марина, LE 258002; Московская обл., 20.09.2012, Воронина, LE 253953.

**Литература:** Калининградская обл. (Володин, 2007); Кировская обл. (Кириллов, 2011); Мурманская обл. (Михайловский, 1975); Оренбургская обл. (Десятова, 2008); Пензенская обл. (Иванов, 1989); Приморский край (Вассер, 1990); Тверская обл. (Курочкин, 1993); Тульская обл. (Светашева, 2004); Чукотский автономный округ (Каратыгин и др. 1999); Юго-запад РФ (Ребриев и др. 2011); Ярославская обл. (Лазарева, 1998).

**6. *Agaricus augustus* Fr. (*A. peronatus* Masee) – Шампиньон августовский**

Шляпка 10-25 см диаметром, толстомясистая, вначале шаровидная, полусферическая, колокольчатая, позже выпукло-распростертая, с иногда с небольшим бугорком, с тонким подвернутым позже распростертым, волнистым, часто с остатками покрывала краем, беловатая, коричневая или темно-оранжевая, покрытая прижатыми чешуйками, при прикосновении желтеет. Пластинки розовато-мясо-красные, позже темно-коричневые, со светлым краем. Базидии 4-споровые, булавовидные. Споры 7,4-8,2x4,7-5,1(6) мкм, коричневатые, овально-яйцевидные широко эллипсоидальные. Ножка 7-20x2-3 см, центральная, цилиндрическая, ровная, иногда слегка изогнутая, к основанию несколько расширяющаяся, белая, при прикосновении желтеет, над кольцом голая, под кольцом с хлопьевидно-чешуйчатым налетом, сверху с пленчатым простым, широким, отстающим, позже свисающим, беловатым, при прикосновении желтеющим, сверху гладким, снизу с хлопьевидным налетом кольцом. Мякоть белая на разрезе окрашивается, главным образом в основании ножки и над кольцом, в розовато-красноватый цвет, с запахом миндаля и острым вкусом. С реактивом Шеффера реакция положительная.

Обитает широколиственных и хвойно-широколиственных лесах, парках, лесополосах.

***Var. augustus***

**Изученные образцы:** Оренбургская обл., 06.08.2004, Десятова, LE 235183; Тульская обл., 01.10.2003, Светашева, LE 234836; Карачаево-Черкесия, 02.07.1998, Коваленко, LE 202485.

**Литература:** Оренбургская обл. (Десятова, 2008); Приморский край, Хабаровский край, о-в Сахалин, Камчатка, Красноярский край (Вассер, 1990); Тульская обл. (Светашева, 2004); Юго-запад РФ (Ребриев и др., 2012).

***Var. albus* Mos.** Шляпка беловатая, покрытая желтоватыми прижатыми чешуйками.

**Литература:** Приморский край, о. Сахалин (Вассер, 1990).

**7. *Agaricus benesii* (Pilát) Pilát (*A. squatulifer* (F.H. Moeller) Pilát) – Шампиньон Бенеша**

Шляпка 6-12 см диаметром, толстомясистая, вначале колокольчатая, усечено-округлая, потом выпукло-распростертая, с тонким подвернутым, позже распростертым, с остатками покрывала краем, белая, в центре с тонкими, волокнистыми, прижатыми чешуйками. Пластинки вначале розоватые, позже темно-коричневые. Базидии 4-, иногда 2-споровые 20-25x6-8 мкм, булаво-видные. Споры 6,6-7,4x4,2-4,8 мкм, светло-коричневые, яйцевидно-эллипсоидные. Ножка 8-16x1,5-2 см центральная, цилиндрическая, с клубневидным утолщением, над кольцом волокнисто-войлочная, под кольцом с беловатым хлопьевидным налетом, белая. Кольцо простое, часто с раздвоенными краями, сверху гладкое снизу с хлопьевидным налетом. Мякоть белая, на разрезе окрашивается в красноватый цвет, особенно сильно в основании ножки, со временем коричневеет, со слабым грибным запахом и вкусом. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

В посадках ели.

**Литература:** Пензенская обл. (Иванов, 1989).

**8. *Agaricus bernardii* Quél.** (*A. maleolens* F.H. Moeller; *A. bernadiiformis* Bohus ) – Шампиньон Бернарда (рис.10)

Шляпка 8-25 см диаметром, толсто-мясистая, полусферическая, позже выпукло распростертая, иногда в центре прижатая, белая, грязновато-беловатая, при прикосновении слегка краснеющая, покрытая крупными оттопыренными чешуйками, с остатками покрывала по краю. Пластинки серые, позже темно-коричневые. Ножка 5-7х2-4,0 см, центральная, ровная, цилиндрическая, часто суживающаяся к основанию, плотная, одноцветная со шляпкой, гладкая, волокнистая, с узким беловатым кольцом. Мякоть белая, на разрезе постепенно становится розовой с красноватым оттенком (главным образом в ножке и над пластинками), со слабым, напоминающим рыбу запахом.

Растет в заповедных целинных степях юга России, иногда на засоленных почвах. Встречается редко, но местами обильно, образуя «ведьмины кольца». С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

**Изученные образцы:** Волгоградская обл., 13.06.2008, Светашева, LE 287104; Оренбургская обл., 06.06.2006, Десятова, LE 253552.

**Литература:** Крым (Красная книга республики Крым, 2015); Оренбургская обл. (Десятова, 2008); Республика Калмыкия (Красная книга республики Калмыкия, 2014); Ростовская обл. (Красная книга Ростовской области, 2014); Саратовская обл. (Иванов, 1989). Юго-восток РФ (Ребриев и др. 2012).

**9. *Agaricus bisporus*** (J.E. Lange) Imbach – Шампиньон двуспоровый (рис. 11, 12, 13, 14)

Шляпка 5-10 см диаметром, толсто-мясистая, полукруглая, позже выпуклая, выпукло распростертая, чешуйчатая, с волокнистым подвернутым краем, грязно-белая, белая, кремовая или коричневая, к краю светлее, при прикосновении окрашивается в красноватый цвет. Пластинки розовато-серые, позже с красноватым оттенком, затем темно-коричневатые, со светлым стерильным

краем. Базидии 2-споровые, 16-30x6-8 мкм, булавовидные. Споры 5.5x7.5 (10) мкм, светло-коричневые, широко округло-яйцевидные, округлые. Ножка 3-6x1-2 см, центральная, ровная, цилиндрическая, часто к основанию слегка суживающаяся, в основании с белыми мицелиальными тяжами, белая, гладкая, волокнистая, ниже кольца с хлопьевидным налетом, с перонатным, отстающим, часто с раздвоенными краями, с беловатым бороздчатым кольцом. Мякоть белая, на разрезе розовеет или слегка краснеет, с приятным грибным запахом и вкусом. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

По обочинам дорог, на лугах, выгонах, в садах, огородах, на кучах навоза и унавоженной почве. На юге лесной зоны, в лесостепной и степной зонах.

*Литература:* Красноярский край (Вассер, 1990); Пензенская обл. (Иванов, 1989); Юго-запад РФ. (Ребриев и др. 2011)

***Var. bisporus***

Шляпка грязнобелая или сероватая.

*Изученные образцы:* Ростовская обл., 31.10.2004. Ребриев, 31.10. 2004. LE 287219; Красноярский край, 20.10.1963, Беглянова, LE 10048.

***Var. avellanea (J.E. Lange) Singer***

Шляпка светло- или темно-коричневая.

*Изученные образцы:* Московская обл., обочина шоссе, 10.05.1995. Левицкая, LE 216843; Московская обл., Воронина, LE 296350.

***Var. albidus (J.E. Lange) Singer***

Шляпка белая или кремовая.

*Литература:* Пензенская обл. (Иванов, Москалец, 1996).

**10. *Agaricus bitorquis (J.E. Lange) Sacc.*** – Шампиньон двухкольцовый (рис. 15)

Шляпка 3-15 см диаметром, толсто-мясистая, вначале полушарическая, позже выпукло распростертая, иногда в центре прижатая, с подвернутым тонким краем, грязно-белая, реже

охристо-коричневая. Пластинки розовые, грязно-розовые, позже темно-коричневые, с более светлым стерильным краем. Базидии 4-споровые, 25-40x6-10 мкм, булабовидные. Споры 5-6,5x4-5 мкм, светло-коричневые, круглые, широко-яйцевидные. Ножка 4-7x2-4 см, центральная, ровная, цилиндрическая, часто в середине немного вздутая, суживающаяся к основанию, одноцветная со шляпкой, с двумя кольцами расположенными по середине ножки: верхнее беловатое кольцо образовано частным покрывалом, нижнее — беловато-охристое, с остатками общего покрывала. Мякоть белая, на разрезе постепенно становится розоватой с красноватым оттенком, главным образом в ножке, с приятным грибным запахом и вкусом. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

Обитает в степях и пустынях, по обочинам дорог, в парках, на выгонах, улицах городов в трещинах асфальта. Плодоносит в июне-октябре. Встречается от юга лесной зоны и лесостепи, до степной зоны и полупустыни. От западных границ России до Тихого океана.

*Изученные образцы:* г. Ленинград, 12.07.1959, Васильков, LE 10061; г. Москва, 18.05.2012, Воронина, LE 296174, LE 296350; г. Оренбургская обл., 12.10.2007, Десятова, LE 253553; Оренбургская обл., 28.05.2006, Десятова, 253554; Республика Мордовия, 04.07.2016, Ивойлов, 315002; Ульяновская обл., 22.06.2007, Илюхин, LE 257727.

*Литература:* Оренбургская обл. (Десятова, 2008); Пензенская обл., Саратовская обл. (Иванов, 1989); Тверская обл. (Курочкин, 1993); Тульская обл. (Светашева, 2004); Юго-запад РФ (Ребриев и др., 2012); Ярославская обл. (Лазарева, 1998).

### **11. *Agaricus bresadolianus* Bohus** – Шампиньон Брезадолы

Шляпка 5-10 см диаметром, толстомясистая, полусферическая, позже выпукло или плоско-распростертая, волокнисто-прижато-чешуйчатая белая, беловато-серая со временем серовато-желтоватая или коричневатая. Пластинки вначале розовые,



позже красно-коричневые. Базидии 4- споровые 24-29x5,5-9 мкм, булавовидно-головчатые. Споры 6-6,7x3,9-4,1 мкм, бурые, эллипсоидально-яйцевидные. Ножка 3-7x0,9-2 см, центральная, ровная, в основании с клубневидным утолщением до 3 см в диаметре, от которого отходит корневидный вырост, одноцветная со шляпкой. Кольцо верхушечное, простое, беловатое, тонкое, быстро исчезающее. Мякоть белая, на разрезе слегка краснеющая, со слабым грибным запахом и вкусом.

Растет в белоакациевых и тополевых насаждениях.

*Изученные образцы:* Пензенская обл. 4.10.1985. Иванов. LE 10062

*Литература:* Пензенская обл. (Иванов, 1989); Юго-запад РФ (Ребриев и др., 2011).

## **12. *Agaricus campestris* L. – Шампиньон луговой (рис. 16)**

Шляпка 3-12 см диаметром, толсто-мясистая, вначале полу-сферическая, с глубоко загнутым внутрь краем, потом выпукло-распростертая, плоско-распростертая с выпуклым центром, с тонким подвернутым, позже распростертым краем, белая, беловато-розоватая, иногда коричневатая. Пластинки вначале розоватые, серо-розоватые и наконец, темно-коричневые, шоколадно-коричневые или почти черные с фиолетовым оттенком. Базидии 4-споровые, 18-36x6-9 мкм, булавовидные, Споры 6,0-8,5x4,4-5,3(6) мкм, темно-коричневые, буровато-коричневые, широко-овальные. Ножка 2-8x1-2 см, центральная, цилиндрическая, ровная, иногда в основании суживающаяся или расширяющаяся, белая, гладкая, с расположенным по середине ножки, простым беловатым перепончатым тонким широким кольцом. Мякоть нежная, белая, на разрезе окрашивается в красноватый цвет, с приятным грибным запахом и вкусом. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

На, лугах, в степях, на выгонах, по опушках лесов

*Var. campestris*

**Изученные образцы:** Оренбургская обл., 28.07.2006, Десятова, LE 253555; Таймыр, 12.08.1962, Васильков, LE 10072; Тюменская обл., 12.08.1962, Васильков; LE 10068; Тюменская обл., Васильков. 24.08.1962.10069; Чукотский нац. окр., 20.07.1967, Шамурин, Васильков, LE 10066.

**Литература:** Вологодская обл. (Кириллова, 2007); Оренбургская обл. (Десятова, 2008); Пензенская обл. (Иванов, 1989); Приморский край, Хабаровский край, о-в Сахалин, о-в Итуруп, Чукотка (Вассер, 1990); Самарская обл. (Малышева, Малышева, 2008); Тульская обл. (Светашева, 2004); Тверская обл. (Курочкин, 1993); Чукотский автономный округ, о-в Врангеля, Таймыр (Каратыгин и др. 1999); Юго-запад РФ. (Ребриев и др., 2011); Ярославская обл. (Лазарева, 1998).

**Var. equestris (Moell.) Pil.** Шляпка 3-5 см диаметром. Ножка 2-3x1 см. Споры 6-7,5x4-5 мкм. Базидии 18-34 x 6-8 мкм.

**Литература:** Юго-запад (Ребриев и др., 2012)

**Var. squamulosus (Rea) Pilat.** Шляпка с прижатыми мелкими чешуйками от серовато коричневого до коричневого цвета, средний размер спор 7,5-7,9(8,1)x5,0-5,6 мкм

**Изученные образцы:** Вологодская обл., 27.08.2002, Попов, Кириллова, LE 235297; Ростовская обл., 16.05.2008, Ребриев, Светашева, LE 287206.

**Var. fuscopilosellus (Moell.) Pil.** Шляпка бурая, волокнистая. Споры 7x8,5-5-6 мкм.

**Литература:** Дальний восток (Вассер, 1990); Самарская обл. (Малышева, Малышева, 2008).

**13. Agaricus comtulus Berk. et Broome** (*A. niveolutescens* Nuijsman; *Agaricus rusiophyllus* Lasch) – Шампиньон изящный

Шляпка диаметром 2-5 см, тонко-мясистая, вначале полусферическая или колокольчатая, потом выпукло-распростертая или широко-распростертая, с тонким, подвернутым, позже с волнистым, с остатками покрывала краем, белая или желтоватая, в центре с розовым оттенком, с волокнистыми прижатыми мелкими

чешуйками в центре. Пластинки розовые, затем мясо-красные, при созревании спор темно-коричневые или пурпурно-бурые. Базидии булабовидные, 4-споровые, 15-17x4-5 мкм. Споры широко-эллипсоидные или яйцевидные, 4-5,5x3-3,5 мкм. Ножка 3-5x0,5-0,7 см, цилиндрическая, центральная, в основании ровная, иногда расширенная, шелковисто-волокнистая, белая, в основании с жёлтым оттенком, с узким, мягким, быстро исчезающим кольцом. Мякоть белая, под кожицей шляпки желтоватая, в основании ножки желтеет на срезе, с миндальным запахом и острым вкусом. С реактивом Шеффера реакция положительная.

*Изученные образцы:* Ленинградская обл., 11.09. 2004, Морозова, LE 235497; Московская обл., 22.09.11, Воронина, LE 296103; Тульская обл., 22.07.2003, Светашева, LE 234876; Ульяновская обл., 22.07.2007, Илюхин, LE 257617.

*Литература:* Юго-запад РФ (Ребриев и др., 2011); Тульская обл. (Светашева, 2004).

#### **14. *Agaricus cupreobrunneus* (Jul. Schaeff. et Steer) Pilát. – Шампиньон медно-коричневый**

Шляпка 3-8 см диаметром, толсто-мясистая, полусферическая, позже выпукло распростертая, лилово-пурпурно-коричневая, с прижатыми медно-красноватыми чешуйками, с тонкими, подвернутым, часто лопастным краем. Пластинки вначале розовые, позже, красновато-коричневые, ржаво-черные. Базидии 4-споровые, 29-39x8-8,5 мкм, булабовидные. Споры 6,5-8,1x4,2-5,2 мкм, красновато-коричневые, эллипсоидальные, яйцевидные. Ножка 2-4x0,8-1,4 см, цилиндрическая, иногда к основанию суживается, беловато-серая, часто под кольцом с темными, иногда исчезающими поясками или чешуйками. Кольцо верхушечное, простое, беловатое, тонкое, узкое, нестойкое, часто исчезающее, с внутренней стороны бороздчатое. Мякоть белая, на разрезе слегка краснеет, запах слабый, кисловатый. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

На лугах, полянах, во дворах у мусорных мест. Очень редкий.

*Изученные образцы:* Московская обл., 04.10.1992, Левицкая, LE 242035.

*Литература:* Приморский край (Вассер, 1992).

**15. *Agaricus diminutivus* Peck** – Шампиньон вытянутый (рис. 17)

Шляпка 1,5-2,5 см диаметром, вначале яйцевидная, потом выпуклая и, наконец, плоско-выпуклая, белая покрытая сиренево-коричневатыми или розовато-коричневыми прижатыми волокнами, при прикосновении слегка желтеет. Пластинки вначале кремовые, затем темно-коричневые. Базидии 4-споровые, булавовидные. Споры 4-5x3-4 мкм, широко эллипсоидные. Ножка 3-6x0,2-0,3 см белая, прижато-волокнистая, в нижней части желтоватая с перепончатым, тонким, белым, быстро исчезающим кольцом. Мякоть белая с анисовым запахом и не выраженным вкусом. С реактивом Шеффера реакция положительная.

В смешанных, лиственных и хвойных лесах.

*Изученные образцы:* Пензенская область. 17.06.2015, ПКМ Иванов ПКМ 8. Приморский край, 25.08. 2011, Малышева. LE 289481, LE 289482,

**16. *Agaricus gennadii* (Chatin et Boud.) P.D. Orton** – Шампиньон Геннадия

Шляпка 6,5-10 см диаметром, вначале полусферическая, затем выпукло-распростертая с подвернутым потом распрямляющимся краем, иногда вдавленная в центре, белая, слегка желтоватая, позднее с коричневатыми пятнами. Пластинки розоватые, позднее темно коричневые, со светлым стерильным краем. Базидии 4-споровые, 26-34x8,5-9,5 мкм. Споры 6,5-8,5x5,5 -6,5 (7) мкм широко эллипсоидальные. Ножка 4,0-6,5x1,5-2,7 см, веретенообразная, грязно-белая, с беловатой вольвой, расположенной в середине ножки, с восходящими до 3 мм шириной краями, выше вольвы с серовато коричневым волокнисто чешуйчатыми поясками. Кольцо отсутствует. Мякоть шляпки плотная, белая,

на разрезе слегка коричневеющая, а в основании ножки становится оранжево-желтой. Запах – от слабого до сильного, грибной или неприятный. Вкус не известен. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

На перепревшем навозе.

**Изученные образцы:** Астраханская обл., 22.10.2008, Ребриев, Светашева, LE 287116.

**Литература:** Юго-запад РФ. (Ребриев и др. 2011).

### **17. *Agaricus iodosmus* Heinem. – Шампиньон иодистый**

Шляпка 4-20 см диаметром, вначале сферическая или колокольчатая с вдавленным центром, как бы трапецевидная, затем выпуклая, мелко-прижато-чешуйчатая, от светло-серой до темно-серой или почти черной, при нажиме желтеющая. Пластинки грязно-белые, затем розоватые, и наконец, коричнево-фиолетовые. Базидии 4-споровые, булавовидные. Споры 4,5-5,5x3,4-4,2 мкм, широко эллипсоидальные, коричневые. Ножка цилиндрическая белая, слегка коричневатая, при нажиме желтеющая, особенно в основании ножки, с тонким пленчатым кольцом. Мякоть белая, на разрезе в основании ножки ярко желтеющая, потом коричневеющая, с сильным запахом йода, особенно у основания ножки. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

В степях, на выгонах и газонах.

**Изученные образцы:** Волгоградская область. Ребриев, Светашева LE 303524, Пенз. обл. ковыльнл-разнотр. 12.08.90. Иванов. Кунч. степь LE 18532.

**Литература:** Юго-запад РФ. (Ребриев и др. 2011).

### **18. *Agaricus kuechnerianus* Heinem – Шампиньон Кюнера (рис.18).**

Шляпка 20-60 см диаметром, толсто-мясистая, вначале полусферическая, колокольчатая, позже выпукло-распростертая, с тупым бугорком, иногда в центре прижатая, белая, грязновато-беловатая, при прикосновении слегка желтеющая, покрытая

прижатыми чешуйками, иногда трещиноватая, с остатками покрывала краем. Пластинки светло-серые, позже темно-коричневые. Базидии 4-хспоровые, 28-37x9-12 мкм. Споры 9,3-11,4x5,7-6,8 мкм. Ножка 7-12x2,5-6,0 см, центральная, массивная, расширяющаяся к основанию, под кольцом, покрытая хлопьевидным чешуйчатым налетом. С широким простым верхушечным кольцом. Мякоть белая, на разрезе постепенно розовеющая, с приятным анисовым запахом. С реактивом Шеффера реакция положительная.

На территории России растет лишь на альпийских лугах (яйлах) в Крыму. Встречается редко, но местами обильно, образуя «ведьмины кольца». Шампиньн Кюнера – самый крупный из шампиньонов России.

*Литература:* Крым (Вассер, 1980; Красная книга Крыма, 2015)

**19. *Agaricus langei* (F.H. Moeller) F.H. Moeller** – (*A. haemorrhoidarius* Schulzer s. J.E. Lange) – Шампиньон Ланге

Шляпка 6-12 см диаметром, толстомясистая, вначале яйцевидная, полусферическая, позже выпукло распростертая с небольшим бугорком, с тонким подвернутым, позже распростертым, иногда с остатками покрывала краем, в центре темно-коричневая, к периферии светло-серовато-коричневая, покрытая прижатыми широкими волокнистыми буроватыми чешуйками. Пластинки розоватые с красноватым оттенком, позже коричневатые, с беловатым стерильным краем. Базидии 4-споровые 20-45x6-12 мкм, булавовидные. Споры 7,0-10x4-5,4 мкм, коричневатые, удлинено-яйцевидные. Ножка 5-12x1,5x2,5 см, центральная, цилиндрическая, часто к основанию суживающаяся, а над кольцом беловатая, ближе к основанию с хлопьевидным налетом, светло-коричневая, часто с розоватым оттенком, с верхушечным простым, тонким, сверху беловатым, снизу коричневатым, с хлопьевидным налетом кольцом. Мякоть белая, на разрезе окрашивается в красноватый цвет, наиболее интенсивно в ножке и над пластинками, со слабым

грибным запахом и вкусом. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

В хвойных, широколиственных и смешанных лесах.

*Литература:* Приморский край, Хабаровский край (Вассер, 1990).

**20. *Agaricus lanipes* (F.H. Moller et Jul. Schaeff) Slavacek – Шампиньон шерстисто-ножковый**

Шляпка 5,9-12 см диаметром, толсто-мясистая с тонким подвернутым, потом распрямляющимся краем, вначале полусферическая, потом распростертая вдавленная в центре с остатками покрывала по краю, шоколадно-коричневая, покрытая прижатыми чешуйками. Пластинки красновато-розовые, затем темно-коричневые. Базидии 4-споровые 20-30x7-14 мкм булавовидные. Споры 5,5-6,5x3,5-4 мкм, коричневатые, яйцевидные. Ножка 4-8x2-3 см, цилиндрическая, ровная, клубневидно расширенная в основании, выше кольца светло-серая, ниже коричневатая, покрытая хлопьевидным налетом, с отстающими поясками в нижней части, с белыми ризоморфами в основании. Кольцо верхушечное простое, сверху грязно-белое, снизу одноцветное со шляпкой. Мякоть на разрезе становится красноватой позже коричневатой, в основании ножки желтоватой, с приятным грибным запахом и не выраженным вкусом. Реакция Шеффера отрицательная.

*Изученные образцы:* г. Ленинград, 15.09.1959, Васильков, LE 10120.

*Литература:* Ленинградская обл. (Морозова, 2001).

**21. *Agaricus litoralis* (Wakef. et A. Pearson) Pilát – Шампиньон плотноножковый (рис. 19)**

Шляпка 4,5-7 см диаметром, вначале полусферическая, потом выпукло-распростертая, иногда с небольшой впадинкой в центре, по краю с остатками покрывала белая, с серо-розовым оттенком, шелковистая, покрытая тонкими прижатыми чешуйками серовато-желтоватого или розоватого цвета. Пластинки розовато-

кремовые, позднее темно-коричневые со светлым стерильным краем. Базидии 4-споровые, 24-40x7-9 мкм, булавовидные. Споры 5,5-7,5x4,5-5,5 мкм, овальные. Ножка 3-4x1,8-2,5 см, бочковидная, плотная, беловатая, с желто-коричневым оттенком у основания, шелковисто-волокнистая, гладкая. В основании ножки часто имеется плотный мицелиальный тяж. Кольцо простое, тонкое, белое, сверху бороздчатое, снизу гладко-войлочное. Мякоть плотная, белая, на разрезе слегка краснеющая со слабым, с оттенком миндаля или слегка неприятным запахом и не выраженным вкусом. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

В степных и луговых сообществах, чаще на песчаных почвах и лесополосах. Иногда образует «ведьмины кольца» по несколько десятков плодовых тел.

*Изученные образцы:* Ставропольский край, 03.10.2010, Светашева, LE 287146.

*Литература:* Пензенская обл. (Иванов, 1989); Ростовская обл., Тульская обл. Кабардино-Балкария (Красня книга Тульской обл. 2010); Юго-запад РФ. (Ребриев и др. 2011).

## **22. *Agaricus lutosus* F.H. Moeller (*A. xantholepis* (F.H. Moeller) F.H. Moeller)** – Шампиньон желтоватый (рис.20)

Шляпка 2,5-5 см диаметром, тонко-мясистая, вначале полу-сферическая, потом распростертая, с тонким подвернутым, затем распростертым краем, в центре светло-коричневая, покрытая волокнистыми, прижатыми охристыми чешуйками. Пластинки вначале светло-пепельно-серые, позже темно-коричневые, со светлым стерильным краем. Базидии 4-споровые, 20-22x5-7 мкм, булавовидные. Споры 4,5-6,5x4-5 мкм. Ножка 2-3,5x0,5-0,7 см, центральная, к низу суживающаяся, белая, при прикосновении желтеющая, шелковисто-волокнистая, с верхушечным простым белым тонким, быстро отстающим кольцом. Мякоть белая на разрезе особенно в основании ножки желтеющая, с запахом горького миндаля и острым вкусом. С реактивом Шеффера реакция положительная.



В изреженных широколиственных и на выгонах.

**Изученные образцы:** Пензенская обл., 17.07.1990, Иванов, LE 10121; Ростовская обл., 26.05.2010, Ребриев, LE 287163.

**Литература:** Пензенская обл. (Иванов, 1989); Приморский край (Вассер, 1990); Юго-запад РФ (Ребриев и др., 2011).

### **23. *Agaricus macrocarpus* F.H. Moeller** – Шампиньон крупно-плодный

Шляпка 10-20 см диаметром, толстомясистая, вначале яйцевидная, позже выпукло распростертая, с широким бугорком, иногда в центре плоская, с подвернутым, позже распростертым, краем, белая, при прикосновении желтеющая, голая, шелковисто-волоконистая, иногда с краю с прижатым хлопьевидным налетом. Пластинки серовато-красноватые, позже темно-коричневые, со светлым стерильным краем. Базидии 4-споровые, 20-40x7-10 мкм, булабовидные. Споры 6-8x4-5 мкм, светло-коричневые, широкоовальные. Ножка 10-18x2,5-3,5 см, центральная, цилиндрическая, ровная, иногда изогнутая, расширяющаяся к основанию, белая, вверху с красноватым оттенком. Кольцо верхушечное простое, тонкое, позже свисающее, белое, сверху гладкое, серовато-желтоватое по краю. Мякоть белая, на разрезе по периферии и в основании ножки окрашивается в розоватый цвет, с запахом миндаля и острым вкусом. С реактивом Шеффера реакция положительная.

На пастбищах, близ ферм, на унавоженной почве.

**Изученные образцы:** Московская обл., 16.09.1993. Левицкая. LE 241993; Оренбургская обл., 24. 06. 2006, Десятова, LE 233557; Пензенская обл., 20.09.1990, Иванов, LE 18529. Тульская обл., 27.08.2003, Светашева, LE 234814.

**Литература:** Оренбургская обл. (Десятова, 2008); Пензенская обл. (Иванов, 1992); Тульская обл. (Светашева, 2004, 2010); Юго-запад РФ. (Ребриев и др., 2011).

**24. *Agaricus macrosporoides* Bohus** – Шампиньон псевдо-крупноспоровый

Шляпка 10-17 см диаметром, полусферическая, позже выпукло-распростертая, толстомясистая, блестящая, покрытая хлопьевидными чешуйками, в центре в сухую погоду ареолированная, белая, при прикосновении желтеющая. Пластинки вначале красноватые, потом темно-коричневые со светлым стерильным краем. Базидии 4-споровые 20-28x7-9 мкм. Споры 8-9x5,3-6 мкм, яйцевидные. Ножка 6-10x3-4 см, белая, под кольцом с хлопьевидно-чешуйчатым налетом. Кольцо верхушечное простое, снизу хлопьевидное. Мякоть белая, на разрезе окрашивающаяся в красно-коричневый цвет, со слабым анисовым запахом. С реактивом Шеффера реакция положительная.

На пастбищах.

*Литература:* Юго-запад РФ (Ребриев и др. 2011).

**25. *Agaricus meleagris* With.** – Шампиньон пестрый

Шляпка 5-12 см диаметром, толсто-мясистая, вначале колокольчатая или полусферическая, затем выпукло- или плоскораспростертая, прижато-волокнистая, серовато-охристо-коричневая, в центре до коричнево-черной, при нажиме окрашивающаяся в грязно-желтый цвет. Пластинки вначале беловато-розоватые, потом темно-коричневые с беловатым стерильным краем. Базидии 4-споровые 18-22x5-6 мкм булавовидные Споры 4,7-5,5 (6,5) x2,9-4,1 мкм, эллипсоидные, коричневатые. Ножка 6-10x1-1,2 см, цилиндрическая, ровная, в основании расширяющаяся в небольшой клубень, белая при прикосновении, особенно в основании желтеющая, с верхушечным простым, по краю утолщенным, иногда раздвоенным кольцом. Мякоть белая, на разрезе особенно в основании ножки желтеющая, с запахом карболки или скипидара.

В широколиственных лесах.

*Изученные образцы:* Краснодарский край, Коваленко, LE 10127.

*Литература:* Крым (Вассер, 1980); Оренбургская обл., (Десятова, 2008); Приморский край, о-в Сахалин (Вассер, 1990).

**26. *Agaricus moellerianus* Bon (*Agaricus campestris* L. var. *floccipes* (Moell.) Pil.)** – Шампиньон Моллера

Шляпка 4,5х8,5 см диаметром, вначале выпуклая, потом плосковыпуклая, уплощенная, с подогнутыми краями, от белой до желтоватой, иногда с бледными коричневатыми волокнистыми чешуйками. Пластинки от светло-розовых до ярко-розовых, позднее розовато коричневые. Базидии 22-27х7-8 мкм, 4-споровые, булавовидные. Споры 5,5-7,5х4,0-5,5 мкм, эллипсоидные или продолговатые. Ножка 4-8 х 1,5-2 см, цилиндрическая, сужающаяся к основанию, прямая или слегка изогнутая, белая, выше кольца гладкая, ниже – волокнистая, с тонким, вскоре исчезающим, белым, волокнистым, с полосатой верхней поверхностью кольцом. Мякоть белая, на разрезе в основании ножки становится коричневато-желтой. Запах и вкус почти не выражены. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

На пастбищах.

*Изученные образцы:* Ростовская обл., 26.05.2010, Ребриев, Светашева, 26.05.10; Оренбургская обл., 17.06.2006, Десятова, LE 253556.

*Литература:* Юго-запад РФ (Ребриев и др., 2011).

**27. *Agaricus osecanus* Pilát (*A. nivescens* (F.H. Moeller) F.H. Moeller)** – Шампиньон белоснежный (рис. 21)

Шляпка 7-15 см диаметром, вначале удлинено-коническая, округло-колокольчатая, полусферическая, позже выпукло распростертая, в центре с небольшим бугорком или приплюснутая, белая, кремовато-белая, при прикосновении не изменяющая окраски. Пластинки беловатые, серовато-коричневые, позже темно-коричневые, со светлым стерильным краем. Базидии в основном 4-споровые, но встречаются и 2-споровые, 20-30х6-8 мкм, булавовидные. Споры 5-6,5(8) х4-5(5) мкм, светло-коричневые,

широко-яйцевидные. Ножка 8-20x1-3 см, ровная, иногда слегка изогнутая, одноцветная со шляпкой, в верхней части с простым, широким, белым, сверху гладким, снизу с хлопьевидным налетом кольцом. Мякоть белая, на разрезе не меняет окраски, со слабым грибным, несколько отдающим анисом запахом и сладковатым вкусом. С реактивом Шеффера реакция положительная.

Распространен по всей лесной зоне и в лесостепи. Преимущественно в северо-западных регионах. В лесах и парках под широколиственными и хвойными породами.

*Изученные образцы:* Ленингр. обл., 20.07.2009, Морозова, LE 302065; Пенз. обл., 28.09.1985, Иванов, LE 10123; Тульская обл., 25.07.2003, Светашева. LE 234815.

*Литература:* Пензенская обл. (Иванов, 1989); Тульская обл. (Светашева, 2004); Юго-запад РФ (Ребриев и др. 2011).

## **28. *Agaricus patreanus* Speg.** – Шампиньон степной

Шляпка 4,5-11 см диаметром, вначале полусферическая, потом выпуклая с уплощенным или плосковыпуклым центром, со слегка загнутыми краями, беловатая, кремовая, иногда слабо желтеющая, гладкая, с прижатыми волокнами или волокнисто-чешуйчатая, позднее иногда растрескивающаяся. Пластинки розовато-серые, позднее темно-коричневые. Базидии преимущественно 4-споровые, но встречаются и 2-споровые, 26-30x8,0-9,0 мкм. Споры 7,5-10,5x5-7 мкм, эллипсоидные, иногда удлинённые или расширенно эллипсоидные. Ножка 11-17x3,6-4,5 см, сужающаяся к основанию, реже цилиндрическая, прямая иногда с несколькими белыми тонкими ризоморфами, белая, иногда коричневатая у основания, выше кольца с розоватым оттенком, гладкая, ниже кольца с белым, у основания ножки иногда с бледно-коричневым чешуйчатым пояском. Кольцо узкое, вскоре исчезающее, волокнистое, белое, с гладкой верхней поверхностью. Мякоть шляпки белая, на разрезе не изменяет окраски со слабовыраженным запахом и вкусом. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

На пастбищах.

**Изученные образцы:** Ставропольский край, 23.09.2009, Семашева, LE 287234.

**Литература:** Юго-запад РФ (Ребриев и др., 2011).

**29. *Agaricus perturbans* E. Ludw. et W. Pohl (*A. decorates* (F.H. Moeller) Pilát ; *A. longicaudus* S. Wasser)** – Шампиньон длинно-ножковый

Шляпка 3-10 см, вначале полусферическая, колокольчатая, затем выпукло-распростертая, с тонким подвернутым, затем распростертым волнистым краем, слизистая, белая, при нажиме желтеющая, покрытая крупными, желтовато-оливковыми прижатыми чешуйками. Пластинки серовато-розовые, позднее темно-коричневые, школадно-коричневые или почти черные с белым стерильным краем. Базидии 4-споровые, 21-30x7-10 мкм, булаво-видные. Споры 7-9x5-6 мкм, светло-коричневые эллипсоидные, яйцевидные, иногда почковидные. Ножка 8-18x2-4 см, длинная, цилиндрическая или слегка расширенная к основанию, при нажиме желтеющая с простым, тонким, быстро исчезающим кольцом. Мякоть, белая, в верхней части ножки и около пластинок на разрезе окрашивается в красноватый цвет, в основании ножки в красно-коричневый цвет, с запахом сырости и не выраженным вкусом. С реактивом Шеффера реакция положительная.

В лиственных лесах.

**Литература:** Самарская обл. (Малышева, Малышева, 2008).

**30. *Agaricus phaeolepidotus* F.H. Moeller** – Шампиньон темно-чешуйчатый

Шляпка 6-8 см диаметром, в центре толсто-мясистая, по краям тонко-мясистая, вначале полукруглая, колокольчатая, позже выпукло-распростертая, в центре темно-коричневая к периферии покрытая маленькими рыже-коричневыми тонкими чешуйками по белому фону. Пластинки вначале розовые, потом бурые со светлым стерильным краем. Базидии 4-споровые, 20-23x6-8 мкм. Споры 4,5-6x3-3,5 мкм, светло-коричневые широко-эллипсо-

идальные. Ножка 4-8x1-1,2 см, центральная, ровная, часто в основании слегка изогнутая, с клубневидным утолщением в нижней части до 3 см диаметром, над кольцом белая, под кольцом с розоватым оттенком. Кольцо простое белое, покрытое по краю рыжевато-коричневыми чешуйками. Мякоть белая, на разрезе в основании ножки окрашивающаяся в желтый цвет. Запах слабый с оттенком карболки и горького миндаля. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

На пастбищах.

*Литература:* Юго-запад РФ (Ребриев и др. 2011).

**31. *Agaricus pilatianus* (Bohus) Bohus** – Шампиньон Пилата (рис. 21)

Шляпка 6-12 см диаметром, вначале полукруглая, колокольчатая, позже выпукло или плоско-распростертая, грязно-белая, в центре сероватая, потом серовато-коричневая, при высыхании растрескивающаяся на радиальные прижатые чешуйки, при нажиме желтеющая. Пластинки вначале розовые, потом розовато-коричневые с пурпурным оттенком. Базидии 4-споровые, 16-20x5-6 мкм, булавовидные. Споры 5,5-6,7x4,3-5 мкм, порфиново-бурые, эллипсоидальные, яйцевидно-эллипсоидальные. Ножка 2-6x0,5-1,2 см ровная, цилиндрическая, белая иногда с коричневатым оттенком, при прикосновении окрашивается в ярко-желтый цвет. Кольцо верхушечное, простое, иногда с раздвоенными краями. Мякоть белая, на изломе желтеющая в основании ножки, с сильным карболовым запахом. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

В степях и на выгонах.

**Изученные образцы:** Волгградская обл., 1.10.2014, Воронина, Светашева, LE 303524; Пензенская обл., 18.09.1990, Иванов, LE 18532.

*Литература:* Пензенская обл. (Иванов, 1992).

### **32. *Agaricus placomyces* Peck – Шампиньон плоскошляпковый**

Шляпка 8-10 см диаметром, вначале яйцевидная, полусферическая, затем выпуклая, широко-выпуклая, с плоской серединой, с подвернутым краем, в центре серо-коричневая, по периферии покрытая сероватыми или серо-коричневыми чешуйками. Пластинки вначале почти белые, затем розовые, а при созревании спор шоколадно-коричневые. Базидии 4-споровые, 16-20x5-6 мкм, булаво-видные. Споры 5-7x3-3,5 мкм, эллипсоидные, темно-коричневые. Ножка 3,5-10x0,6-1,3 см, цилиндрическая, в основании часто с булавовидным утолщением, часто изогнутая. Кольцо верхушечное, пленчатое, часто долго не отрывающееся от краев шляпки. Мякоть белая, на разрезе в основании ножки интенсивно желтеющая, с резким запахом фенола или креозота. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

В широколиственных лесах, парках.

*Изученные образцы:* Краснодарский край, 30.09.76, Коваленко, LE 10127.

*Литература:* Приморский край (Вассер, 1990)

### **33. *Agaricus porphyrrizon* P.D. Orton**

(*A. purpurascens* (Cooke) Pilát non Alb. et Schwein.) – Шампиньон порфиновый

Шляпка 6-8 см диаметром, в центре толстомясистая, по краям тонко-мясистая, вначале яйцевидная, полусферическая, позже выпукло-распростертая, иногда в центре притупленная, с тонким, подвернутым, волнистым, позже распростертым с остатками покрывала краем, светло-винно-красная с лиловым оттенком, к краю светлее, иногда почти белая. Пластинки сероватые, серовато-розовые, позже темно-коричневые, с более светлым стерильным краем. Базидии 4-споровые, 18-28x6-8 мкм, булаво-видные. Споры 4,5-5,5(6)x3-3,5(4) мкм, светло-коричневые, яйцевидные. Ножка 5-6x1-1,5 см, центральная, цилиндрическая, ровная, часто к основанию изогнутая, с небольшим клубневидным

утолщением, грязно-белая, в основании желтоватая, шелковисто-волокнистая. Кольцо простое верхушечное, беловатое, позже желтоватое, узкое, отстающее, позже свисающее. Мякоть белая, на разрезе желтеющая, главным образом в основании ножки, с запахом миндаля и острым вкусом. С реактивом Шеффера реакция положительная.

В широколиственных, смешанных лесах и парках.

**Изученные образцы:** Алтайский край, 13.08.2008, Малышева, LE 312827; Тульская обл., 23.07.2003, Светашева, LE 234878.

**Литература:** Камчатка, Новосибирская обл. (Вассер, 1990); Тульская обл. (Светашева, 2004).

**34. *Agaricus porphyrocephalus* F.H. Moeller (*A. lividonitidus* (F.H. Moeller) Pilát – Шампиньон порфирношляпковый**

Шляпка 4-6 см диаметром, толстомясистая, вначале сферическая, позже выпукло распростертая, с тонким подвернутым, позже распростертым краем, беловато-кремовая, коричневатая, пурпурная, золотисто-желтоватая, волокнисто-чешуйчатая. Пластинки вначале розоватые, позже розовато-мясо-красные, буровато-ржаво-черные. Базидии 4-споровые, 22-34x7-8 мкм, булавовидные. Споры 5,2-6,7x3,5-4,2 мкм, коричневатые, эллипсоидальные, яйцевидные, гладкие. Ножка 3-5x1,3-2,2 см, центральная, цилиндрическая, вздутая в центре, иногда к основанию слегка суживающаяся, беловато-кремоватая, у основанная бледно-пурпурная с верхушечным, простым, тонким, быстро исчезающим кольцом. Мякоть белая, на разрезе в ножке и под кутикулой шляпки слегка краснеющая или не изменяющаяся, при подсыхании с желтоватым оттенком, со слабым неопределенным запахом и кисловатым вкусом. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

На степях и лугах, в парках, обычно на песчаной почве.

**Изученные образцы:** Оренбургская обл., 11 08.2006, Десятова, LE 253560; Свердловская обл., 01.11.2004, Марина, LE 258003.



*Литература:* Оренбургская обл., (Десятова, 2008); Тульская обл., (Светашева, 2004); Юго-запад РФ (Ребриев и др., 2011).

**35. *Agaricus pseudoprattensis* (Bogus) S.Wasser** – Шампиньон ложно-луговой (рис. 22)

Шляпка 2-7 см диаметром, вначале полусферическая, колокольчатая, позже выпукло или плоско-распростертая белая, в центре сероватая, при высыхании растрескивающаяся на радиальные прижатые чешуйки, при нажиме желтеющая. Край шляпки вначале подвернутый, позже распростертый с остатками покрывала или без него. Пластинки вначале розовые, потом розовато-коричневые. Ножка 2-6х0,5-1,2 см ровная, цилиндрическая с кольцом. Мякоть белая, на разрезе желтеющая в основании ножки, с сильным карболовым запахом. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

На газонах, пастбищах, по опушкам дубрав и в парках.

*Изученные образцы:* Волгоградская обл., 12.06.2008., Светашева, 287098; Ростовская обл., 01.06.2010, Светашева, Ребриев, LE 287151.

*Литература:* Пензенская обл. (Иванов, 1992). Юго-запад РФ (Ребриев и др., 2011).

**36. *Agaricus semotus* Fr.**

(*A. dulcidulus* Schulzer; *Agaricus purpurellus* (F.H. Moell.) F.H. Moell.) – Шампиньон выделяющийся (рис. 23)

Шляпка 0,8-5см диаметром, тонко-мясистая, полусферическая, позже выпукло распростертая, с бугорком, шелковистая, с тонким, подвернутым, волнистым, позже распростертым, растресканным краем вначале беловатая, грязновато-коричневая, в центре красновато-розовая, остальная поверхность покрыта радиально расположенными, пурпурно-винными, охристо-желтыми, мелкими волокнами на беловатом фоне, с возрастом грязновато-серая. Пластинки сероватые с розоватым оттенком, позже темно-коричневые, со светлым стерильным краем. Базидии 4-споровые, 14-20х4,5-6 мкм,

булавовидные. Споры 4-5x2,5-3,5(4) мкм, светло-коричневые, яйцевидные, эллипсоидальные. Ножка 1,5-6x0,1-0,8 см, центральная, цилиндрическая, к основанию расширяющаяся в клубень, ровная, иногда в основании изогнутая, белая, при прикосновении желтеет, шелковистая, голая, с верхушечным простым, узким, беловатым, позже желтеющим, отстающим, затем свисающим кольцом. Мякоть белая, на разрезе в шляпке розовеющая, в основании ножки желтеющая, с запахом миндаля и острым вкусом. С реактивом Шеффера реакция положительная.

В хвойных и лиственных лесах, на газонах, лугах и выгонах.

**Изученные образцы:** Иркутская обл., 12.08.1973, Нездоймино, LE 10143; Красноярский край, 21.08.2015, Малышева, LE 312759; Красноярский край, 8.08.1972, Нездоймино, LE 10144; Ленинградская обл., 30.07.2016, Калинина, LE 321704; Московск. обл., 27.08.2011, Воронина, 296219; Ростовская обл., 12.09.2017, Ребриев, Светашева, LE 322554; Свердловская обл., 02.09.2000, Марина. LE 258004.

**Литература:** Крым (Ребриев и др., 2012); Пензенская обл. (Иванов, 1989); Приморский, Уссурийский Хабаровский край, о-в Сахалин, Камчатка, Красноярский край, Бурятия (Вассер, 1990); Полярный Урал (Каратыгин и др. 1999).

**37. *Agaricus sylvaticus* Schaeff.** (*A. haemorrhoidarius* Schulzer; *A. sanguinarius* P. Karst.) – Шампиньон лесной (рис. 23)

Шляпка 5-11 см диаметром, тонкомясистая, вначале яйцевидно-колокольчатая, усеченно-округлая, потом распростертая, с бугорком, с тонким подвернутым, позже распростертым, часто растресканным, с остатками покрывала краем, покрытая прижатоплошечными чешуйками, умброво-бурая, пурпурно-бурая, красновато-коричневая, в центре более темная. Пластинки серовато-коричневые, коричневые с красноватым оттенком, с более или менее стерильным краем. Базидии 4-споровые, 20-30x5-7 мкм, булавовидные. Споры 4,5-9,3x3-5,4 мкм, светло-коричневые, яйцевидные. Ножка 6-15x0,7-1,5 см, центральная, цилиндрическая,

иногда в основании изогнутая, с клубневидным утолщением, над кольцом грязно-белая, волокнистая, голая, под кольцом грязно-белая. Кольцо простое, сверху гладкое, беловатое, снизу одноцветное со шляпкой. Мякоть белая, на разрезе окрашивающаяся в красноватый цвет, потом коричневеющая, со слабым запахом и сладковатым вкусом. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

В хвойных и смешанных лесах.

**Изученные образцы:** Волгоградская обл., 06.10.2004, Кириллова, LE 282804; Красноярский край, 26.08.2015, Малышева, LE 312798; Московская обл., Воронина, LE 296144; Псковская обл., Морозова, LE 223709; Ростовская обл., 02.12.2004, Ребриев, LE 287260; Самарская обл., 22.08.2003, Малышева LE 234365; Свердловская обл., 31.08.2001, Марина, LE 258005; Ульяновская обл., 19. 08.09, Илюхин, LE 257593.

**Литература:** Вологодская обл. (Кириллова, 2007); Калининградская обл. (Володин, 2007); Кировская обл. (Кириллов, 2011); Мурманская обл. (Михайловский, 1975); Тверская обл. (Курочкин, 1993); Тульская обл. (Светашева, 2004); Приморский край, Томская обл., Красноярский край, Якутия (Вассер, 1990); Самарская обл. (Малышева, Малышева, 2008); Пензенская обл. (Иванов, 1989); Приморский край, Хабаровский край, Томская обл. Красноярский край (Вассер, 1990); Псковская обл. (Калмаков, 2005); Юго-запад РФ (Ребриев и др. 2011); Ярославская обл. (Лазарева, 1998).

**38. *Agaricus sylvicola* (Vittad.) Peck** – Шампиньон перелесковый (рис. 24)

Шляпка 5-9 см диаметром, тонкомясистая, вначале яйцевидная, полусферическая, выпукло распростертая, без бугорка, иногда в центре прижатая с тонким подвернутым, позже распростертым, волнистым, иногда с остатками покрывала краем, белая, грязно-белая, кремово-белая, при прикосновении желтеет, голая, шелковисто-волокнистая,. Пластинки светлые, красноватые, позже темно-коричневые, со светлым стерильным краем. Базидии 4-споровые, 20-24x5-8 мкм, булабовидные. Споры 5-6x3-4 мкм,

светло-коричневые, яйцевидные. Ножка 6-8x1-1,5 см, центральная, цилиндрическая, ровная, иногда слегка изогнутая, к основанию расширяющаяся, белая, вверху с красноватым оттенком, при прикосновении желтеющая, голая, шелковисто-волокнистая. Кольцо верхушечное простое, широкое, отстающее, позже свисающее, белое, сверху гладкое, снизу по краю с желтоватым хлопьевидным налетом. Мякоть белая, на разрезе, главным образом в ножке, окрашивающаяся в красновато-розовый цвет, с запахом аниса и островатым вкусом. С реактивом Шеффера реакция положительная.

В хвойных, лиственных и смешанных лесах, лесополосах и парках.

**Изученные образцы:** Краснодарский край, 28.09.1977, Коваленко, LE 10168; Ленинградская обл., 13.10. 2004, Морозова, 234732; Липецкая обл., 19.09.2013, Сарычева, LE 310508; Московская обл., 18.09.2008, Псурцева, LE 296140; Ростовская обл., 06.10.2006, Морозова, 25340; Пензенская обл., 20.09.1987, Иванов, LE 17764; Приморский край, 13.08.2012, Малышева, LE 289484.

**Литература:** Вологодская обл. (Кириллова, 2007); Калининградская обл. (Володин, 2007); Кировская обл. (Кириллов, 2011); Оренбургская обл. (Десятова, 2008); Тверская обл. (Курочкин, 1993); Пензенская обл. (Иванов, 1989); Приморский край, Уссурийский, Хабаровский край, о-в Сахалин Вассер, 1990); Псковская обл. (Калмаков, 2005); Тульская обл. (Светашева, 2004); Юго-запад РФ (Ребриев и др. 2011); Ярославская обл. (Лазарева, 1998).

### **39. *Agaricus subfloccosus* (J.E. Lange) Hlavacek** — Шампиньон хлопьевидный

Шляпка 5-10 см диаметром, толсто-мясистая, вначале полусферическая, позже выпуклая, выпукло распростертая, иногда в центре прижатая, с волокнистым подвернутым краем, покрытым белыми хлопьевидными остатками покрывала, с коричневыми

чешуйками, расположенными на светлом фоне. Пластинки розовато-серые, позже с красноватым оттенком, затем темно-коричневатые, со светлым стерильным краем. Базидии 4-споровые, 22-34x6-9 мкм, булабовидные. Споры 5-7,3x3,5-4 мкм, светло-коричневые, широко-овальные или округло-яйцевидные. Ножка 3-6x1-2 см, центральная, ровная, цилиндрическая, часто к основанию расширяющаяся, над кольцом белая, ниже красновато-коричневатая, с перонатным толстым, беловатым бороздчатым кольцом. Мякоть белая, плотная на разрезе розовеющая или слегка краснеющая, особенно в ножке, со слабым грибным запахом и кисловатым вкусом. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

В еловых лесах.

*Изученные образцы:* г. Ленинград. 10.09.1959. Васильков. LE 10178.

*Литература:* Ленинградская обл., (Вассер, 1980).

**40. *Agaricus subperonatus* (J.E. Lange) Singer** (*Agaricus vaporarius* (Pers.) Cappelli non Schrank; *A. pseudovillaticus* Rauschert; *A. cappellianus* Hlavacek) – Шампиньон полуобутый (рис. 25)

Шляпка 5-15 см в диаметром, толсто-мясистая, выпуклая, затем выпукло-распростертая или слегка вдавленная в центре, по краям с остатками покрывала, коричневая или светло-коричневая с желтоватым оттенком, густо покрытая бурыми или рыжевато-коричневыми чешуйками, несколько клейкая во влажную погоду. Пластинки вначале бледно-розовые, позже мяскокрасные, коричневые, темно-коричневые, почти черные. Базидии 4-споровые. Споры 6,5-7,5-6x5-6,5 мкм, широко-эллипсоидные, округлые, гладкие. Ножка 4-10x1,5-3 см, центральная, толстая, цилиндрическая, выполненная, прямая или слегка расширяющаяся к основанию, беловатая или розовато-серая, при нажиме приобретающая рыжевато-коричневый оттенок, над кольцом гладкая или слегка волокнистая, под кольцом с несколькими удаленными друг от друга, часто незавершенными коричневатыми поясками вольвы или покрытая чешуйками, иногда с бело-коричневой

мешковидной вольвой. Кольцо двойное, толстое, беловато-коричневатое, нижняя часть которого присоединена к ножке. Мякоть плотная, от беловатой до бледно- или ржаво-коричневой, мякоть шляпки и ножки под шляпкой немного краснеет, без определенного запаха и вкуса. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

В посадках ели колючей и на луговых пастбищах.

**Изученные образцы:** Ленинградская обл., 25 09 1977, Васильков. 10176; Пензенская обл., 30.07.90, Иванов. LE 18527

**Литература:** Пензенская обл. (Иванов, 1992).

#### **41. *Agaricus subrufescens* Peck – Шампиньон буроватый**

Шляпка 10-12 см диаметром, толсто-мясистая, вначале полусферическая, позже выпукло распростертая, с тонким подвернутым, позже распростертым, волнистым, часто с остатками покрывала краем, порфиново-бурая, рыже-бурая, позже при растрескивании кутикулы покрытая мелкими прижатыми чешуйками. Пластинки розовые, позже темно-коричневые. Базидии 4-споровые, 28-36x6-10 мкм, булабовидные. Споры 6-7x4-5 мкм, коричневатые, эллипсоидальные. Ножка 9-12x1-1,5 см, центральная, цилиндрическая, ровная иногда слегка изогнутая, к основанию слегка расширяющаяся, белая с верхушечным простым, широким, отстающим, позже свисающим, беловатым кольцом. Мякоть белая, на разрезе окрашивается в красноватый или буроватый цвет. С реактивом Шеффера реакция положительная.

В широколиственных лесах.

**Литература:** Приморский край, Хабаровский край (Вассер, 1990).

#### **42. *Agaricus tabularis* Peck – Шампиньон таблитчатый**

Шляпка 5-20 см диаметром, толстомясистая, вначале полусферическая, позже выпукло распростертая, растрескивающаяся в виде горизонтально расположенных параллельными рядами, углубленных, пирамидальных ячеек, таблитчато-ячеистая, таблитчато-

трещиноватая, с подвернутым, позже волнистым, распростертым, часто с остатками покрывала краем, грязно-белая, сероватая при прикосновении желтеющая. Пластинки розовато-коричневатые, позже темно-коричневые, со светлым стерильным краем. Базидии 4-споровые, 17-26x5-7 мкм, булавовидные. Споры 6,5-7,7x4,6-5,4 мкм, коричневые, широко-эллипсоидальные. Ножка 4-7x1-3 см, центральная, цилиндрическая, ровная, к основанию слегка суживающаяся, белая, с верхушечным простым, широким, отстающим, позже свисающим, белым, сверху гладким, снизу волокнистым кольцом. Мякоть белая, на разрезе не изменяющая окраски или слегка розовеющая, с грибным запахом и вкусом. С реактивом Шеффера реакция положительная.

В степях и полупустынях.

**Изученные образцы:** Оренбургская обл., 12.06.2006, Десятова, LE 253562.

**Литература:** Оренбургская обл., (Десятова, 2008); Саратовская обл., (Иванов, 1989); Юго-запад РФ (Ребриев и др., 2011).

**43. *Agaricus urinascens* (Jul. Schaeff. et F.H. Moeller) Singer** (*A. macrosporus* (F.H. Moeller et Jul. Schaeff.) Pilát; *A. albertii* Bon.; *A. excellens* F.H. Moeller) – Шампиньон крупно-споровый (рис. 26)

Шляпка 15-40 см диаметром, толсто-мясистая, вначале колокольчатая, полусферическая, затем выпуклая, часто в центре прижатая, подвернутым позднее распростертым волнистым разорванными остатками покрывала краем, белая, позже желтоватая, охристо-желтая, при прикосновении желтеющая, прижатоволокнистая. Пластинки светлые, красноватые, позже темно-коричневые, со светлым стерильным краем. Базидии 4-споровые, 26-44x7-12 мкм, булавовидные. Споры 9,1-12x5,6-7,0 мкм. Ножка 7-15x2,5-4 см, центральная, ровная, веретеновидная, в основании часто с корневидным образованием, одноцветная со шляпкой, над кольцом голая, под кольцом покрытая рассеянно расположенными, крупными, хлопьевидными чешуйками, с верхушечным

простым, белым, узким, расширяющимся к краю, сверху гладким, снизу перепончатым кольцом. Мякоть белая, на разрезе окрашивающаяся красноватый цвет, со слабым анисовым запахом у старых экземпляров с оттенком аммиака, без выраженного вкуса. С реактивом Шеффера у молодых плодовых тел реакция положительная, у старых – отрицательная.

На лугах, выпасах, морских побережьях, реже в хвойных лесах, на лесных опушках.

*Изученные образцы:* Ростовская обл., 14.11.2004, Ребриев, Светшьева, LE 287249.

*Литература:* Пензенская обл. (Иванов, 1992); Приморский край, Хабаровский край (Вассер, 1990); Юго-запад РФ (Ребриев и др. 2011); Тульская обл. (Светашева, 2004).

#### **44. *Agaricus velenovskyi* Pilát** – Шампиньон Веленовского

Шляпка 4-10 см диаметром, тонко-мясистая, полукруглая, позже распростертая, тонко-волокнисто-чешуйчатая, от беловато-серовато-коричневой до светло-желтовато-охристой. Пластинки вначале бледно-розовые, потом шоколадно-коричневые, почти черные. Базидии 4-споровые, 20-25x7-10 мкм. Споры 5-6,3x3,7-4,5 мкм, коричневые яйцевидные, широкояйцевидные. Ножка 5-12x0,6-1,2 см, центральная, цилиндрическая, прямая, слегка расширяющаяся к основанию, белая с вершечным широким свисающим тонким белым кольцом. Мякоть белая, на разрезе, слабо розовеющая, в основании ножки слегка желтеющая. С приятным грибным запахом и вкусом. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

*Литература:* Юго-запад РФ (Ребриев и др., 2011).

#### **45. *Agaricus xanthodermus* Genevier.** – Шампиньон желтокожий (рис. 27)

Шляпка 2-12 см диаметром, толсто-мясистая, вначале колокольчатая, сферическая, позже выпукло- или плоско- распростертая, иногда с плоским центром, шелковисто-волокнистая, слабо-



чешуйчатая, иногда покрытая глубокими трещинами, к краю радиально потресканная, с волнистым, тонким подвернутым, позже распростертым, с остатками покрывала краем, белая иногда сероватая, при прикосновении окрашивается в желтоватый с оранжевым оттенком цвет. Пластинки розовато-коричневые. Базидии 4-споровые, 16-20x5-6 мкм, булабовидные. Споры 5-7x3-3,5 мкм, порфиново бурые, эллипсоидальные, яйцевидно эллипсоидальные. Ножка 8,5-17x1,2-1,5 см, центральная, ровная, цилиндрическая с клубнем до 2,5, см, белая, голая, блестящая, при прикосновении красновато – бурая, с верхушечным широким, простым, тонким, по краю утолщенным, раздвоенным белым кольцом. Мякоть белая, на изломе желтеющая в основании ножки, с сильным карболовым запахом. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

По опушкам дубрав, в садах и парках.

***Var. xantodermus***

**Изученные образцы:** Ростовская обл., 26.05.10. Ребриев, Светашева, LE 287153; Красноярский край, 05.08.2001, Кошелева, LE 107118; Астраханская обл., 28.10.12, Ребриев, Светашева, LE 291901; Оренбургская обл., Десятова. 28.07.2006; LE 253565; Пензенская обл., 15.08.1990; 16.09.1990, Иванов, LE 18534; Московская обл., 08.08.1989, Левицкая, LE 216591.

**Литература:** Калининградская обл. (Володин, 2007). Тульская обл. (Светашева, 2004); Оренбургская обл. (Десятова, 2008); Пензенская обл. (Иванов, 1989); Приморский край (Вассер, 1990); Юго-запад РФ (Ребриев и др. 2011).

***Var. lepiotoides R. Mre*** Шляпка 2-7 см диаметром, толстомясистая, в начале полусферическая, потом выпуклая или плоская, с глубокими трещинами, серая, серовато-коричневатая, при прикосновении желтеющая. Пластинки розовато-коричневые. Базидии 4-споровые, 19-28x5-7 мкм, булабовидные. Споры 5-6,6(7)x3-4 мкм, коричневые, эллипсоидальные, яйцевидно-эллипсоидальные. Ножка 8,5-17x1,2-1,5 см, центральная, ровная, или изогнутая, цилиндрическая, в основании с клубнем до 2,5 см,

белая, голая, блестящая, при прикосновении красновато-бурая, с верхушечным широким, простым тонким, по краю утолщенным, раздвоенным белым кольцом. Мякоть белая, на изломе желтеющая в основании ножки, с сильным карболовым запахом. С реактивом Шеффера реакция отрицательная.

Растет по опушкам дубрав и в парках.

*Литература: Пензенская обл. (Иванов, 1989).*



Рис. 8 *A. abruptibulbus*



Рис. 9 *A. arvensis*



Рис. 10 *A. bernardii* (фото Ю.А. Ребриева)



Рис. 11 *A. bisporus* var. *bisporus*



Рис. 12 *A. bisporus* var. *avellanea*

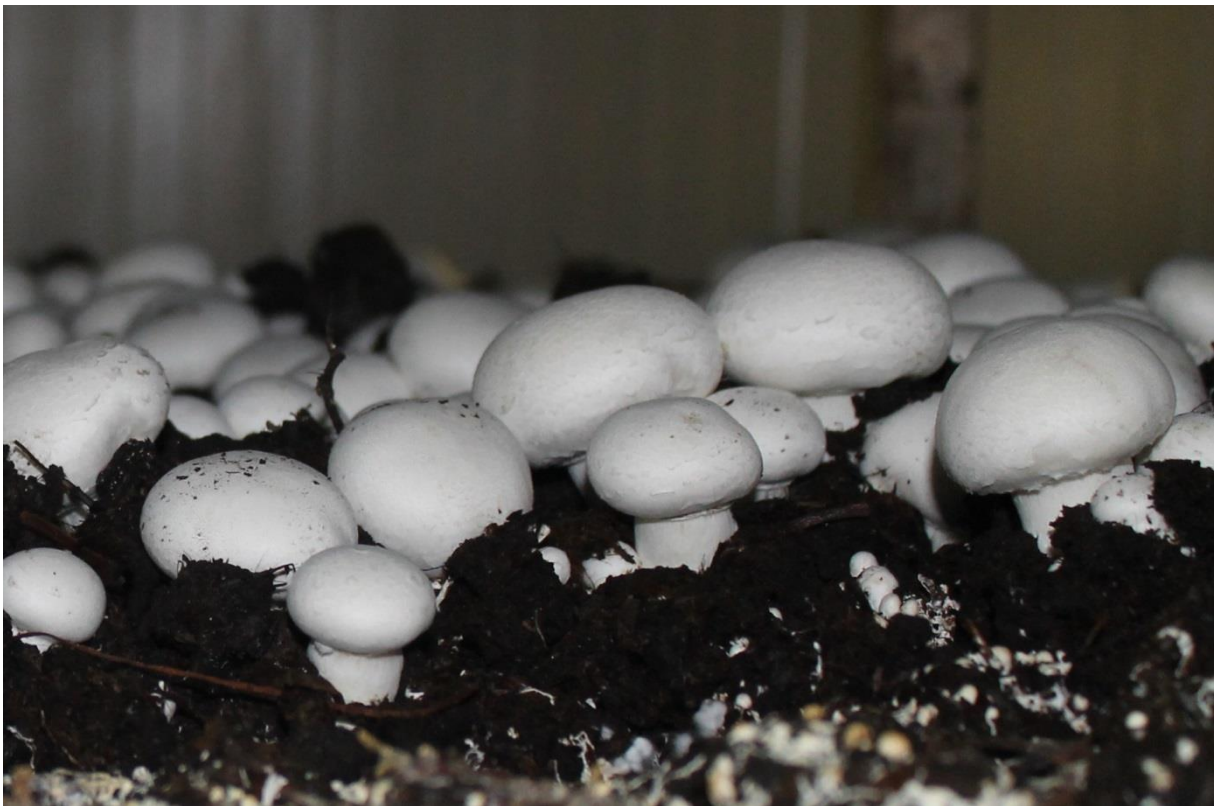


Рис. 13 *A. bisporus* var. *albidus* с белой окраской



Рис. 14 *A. bisporus* var. *albidus* с кремовой окраской



Рис. 15 *A. bitorquata*



Рис. 16 *A. campestris*



Рис. 17. *A. diminutivus*



Рис. 18 *A. keshnerianus* (фото С. А. Свирина)



Рис. 19 *A. litoralis*





Рис. 20 *A. lutosus*



Рис. 21 *A. osecanus*



Рис. 22 *A. pilatianus*



Рис. 23 *A. semotus*



Рис. 24 *A. sylvaticus*



Рис. 25 *A. sylvicola*



Рис. 26 *A. subperonatus*



Рис. 25 *A. subperonatus*



Рис. 26 *A. uriascens*



Рис. 27 *A. xantodermus*



Рис. 28 Amanita verna



Рис. 29 Lepiota brunneo-incarnata

## ЧАСТЬ 2. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ШАМПИНЬОНОВ

### Виды шампиньонов, находящиеся в культуре

#### *Agaricus bisporus* номенклатура и происхождение

Культура шампиньона в европейских странах имеет давнюю историю. Первые сведения о выращивании этих грибов относятся к 1652 г. Номенклатурный статус и происхождение культивируемого вида долгое время были не ясны ученым. Еще в прошлом веке культивируемый вид ошибочно относили к *A. campestris*, который имеет совершенно иную биологию. В дальнейшем рядом авторов для культивируемых форм предлагались различные названия, в частности *A. campester var. hortensis* Ске. Позднее Я. Ланге возводит ее в ранг вида *A. hortensis* Ске. Однако это не вносит окончательной ясности в номенклатуру гриба, так как культивируемому виду свойственен сильный полиморфизм. Впервые Ю. Шеффер и Ф.Н. Меллер (Shaeffer, Moeller, 1938) дают культивируемому виду описание с учетом вариабельности окраски шляпки и с исключением из видового диагноза всех четырехспоровых форм, и присваивает ему название *Psalliota bispora*.

Имбах восстановил родовое название и дал этому грибу наименование *Agaricus bisporus*. Таким образом, ясность в номенклатуру культивируемого шампиньона была внесена только в середине нашего столетия. Это название в настоящее время стало общепринятым и культивируемый вид большинство исследователей понимают одинаково. Кроме того, долгое время существовало ошибочное мнение, что 2-споровые формы произошли в результате энзиматического приспособления *A. campestris* в процессе культивирования, следствием которого, по мнению ряда ученых, было возникновение двуспоровости

и других признаков культивируемого вида. Таким образом, с позиций этой концепции поиск дикорастущих форм *A. bisporus* был бесперспективен. Нахождение в природных условиях дикорастущих 2-споровых шампиньонов, их описание и экспериментальное изучение показали идентичность дикорастущих и культивируемых форм.

### **Распространение *A. bisporus* и характеристика природных популяций на примере Пензенской области**

*A. bisporus* относится к числу видов космополитов, распространенных по всему земному шару. По данным С.П. Вассера (1980) он встречается в Европе, Азии (Турция, Израиль, Иран, Индия, Шри-Ланка, Китай, Монголия, Япония), Северной Америке (Канада, США, Мексика), Южной Америке (Аргентина), Африке (Марокко, Алжир, Египет, Заир), Австралии, Новой Зеландии, на островах Куба, Мадагаскар, Тайвань.

На территории бывшего СССР он известен в ряде областей Украины, Киргизии, Таджикистана и Туркмении, Литвы и Эстонии, Армении. В России он указывается для Пензенской, Ростовской, Белгородской и Московской областей, а также для Уссурийского и Хабаровского краев.

Изучение популяций дикорастущего *A. bisporus* имеет огромное значение с точки зрения сохранения и использования для селекционных целей генофонда этого гриба в связи с тем, что известные культивируемые сорта имеют близкую генетическую основу. Это затрудняет селекцию форм, устойчивых к болезням, а также создание высокогетерозисных гибридов.

В связи с этим в 90-е годы XX в. нами были проведены исследования особенностей приволжской популяции *A. bisporus* (Иванов, Москалец, 1996).

Для *A. bisporus*, как и для большинства видов макромицетов, проникающих в рудеральные местообитания и в связи с этим резко увеличивающих свою численность, характерен сильный полиморфизм. В условиях изучаемого региона отмечены следующие



морфологические формы – крупноплодные: коричневые, белые, кремовые с диаметром раскрывшейся шляпки зрелого плодового тела от 10 до см и весом “товарного” плодового тела – 30-35 г, переросшего – 65-80 г; мелкоплодные: коричневые, белые, кремовые с диаметром раскрывшейся шляпки зрелого плодового тела – 5-7 см и весом “товарного” плодового тела – 28 г, переросшего – 30-35 г.

С размером и окраской плодовых тел связаны и некоторые другие признаки. Например, мякоть плодовых тел мелкоплодных коричневых и грязно-белых чешуйчатых форм менее ароматна, чем у остальных. Мякоть крупноплодных коричневых грибов интенсивнее окрашивается на воздухе при разрезании. Однако этим признакам придавать таксономический статус было бы неправильно, так как на уровне мицелиальных культур между штаммами различий не наблюдается. Три типа колоний с порошистым, пушистым и ежистым мицелием имеются как у белых, так и у коричневых и кремовых форм. Кроме того, по спектрам эстераз цветовые вариации изучаемого вида не образуют идентичных групп. По данному признаку коричневые сорта европейской селекции оказываются значительно ближе к белым и кремовым сортам того же происхождения, чем к диким коричневым штаммам из Приволжской популяции. То же самое характерно и для сортов с белой и кремовой окраской шляпки.

Существенных различий в экологии между описанными цветовыми вариациями *A. bisporus* также не наблюдается. Однако следует подчеркнуть, что мелкоплодный коричневый морфотип является наиболее распространенным, встречается чаще других и может использовать наиболее широкий спектр субстратов, в том числе и относительно бедных азотом. Вероятно, именно он является исходной дикорастущей формой, живущей в природных биоценозах. Остальные варитеты, скорее всего, носители мутаций, способные жить лишь при наличии большой массы органики, богатой азотом и углеродом.

Интересно отметить, что соотношение различно окрашенных форм изучаемой популяции не является постоянным. Например, с 1990 по 1993 год в ней явно преобладали коричневые формы. Поиск белых форм всегда представлял определенную сложность. Кремовые формы практически не удавалось найти. В 1995–1997 гг. напротив, наблюдается преобладание белых и кремовых форм. Соотношение различных форм *A. bisporus* в урожае 1996 г. показано в таблице 3.

Таблица 3 – Соотношение различных форм *A. bisporus* в урожае 1996 года

Величина пло- довых тел	Окраска шляпки		
	Белая	Кремовая	Коричневая
Крупноплодные	16%	23%	9%
Мелкоплодные	23%	16%	13%

Следует подчеркнуть, что связи со сроками развития грибов, а также с погодными условиями во время плодоношения в динамике фенотипов проследить не удалось.

Изучение дикорастущего *A. bisporus* в условиях культивационного помещения показало, что дикие штаммы сильно отличаются друг от друга по урожайности и морфологическим признакам, в том числе и тем, от которых зависят товарные качества грибов.

Штамм 10П выделен в сентябре 1990 г. с кучи перепревшего навоза в Шемышейском районе Пензенской области. Плодовое тело крупное, толсто-мясистое, вес нераскрывшегося плодового тела, достигшего товарных размеров 30-35 г, раскрывшегося – 65-70 г. Шляпка коричневая покрыта, плотно прилегающими чешуйками. Мякоть интенсивно коричневеющая на изломе с сильным грибным запахом. Самый урожайный из изученных диких штаммов. Ритм плодоношения четко волнообразный. Недостаток – длинная ножка, которая в полтора раза длиннее, чем у сортов европейской селекции.

Штамм 25П выделен в конце мая 1990 г. с куч перепревшего навоза на окраине г. Пенза. Плодовое тело не очень крупное,

толсто-мясистое, вес нераскрывшегося плодового тела, достигшего товарных размеров – 25-30 г, раскрывшегося – 40-50 г. Шляпка коричневая волокнисто-чешуйчатая, мякоть на изломе интенсивно окрашивается в рыже-коричневый цвет, со слабым грибным запахом. Плодоношение имеет характер одной мощной волны. Недостатки – слабая ароматность мякоти и средняя урожайность.

Штамм 30П выделен в сентябре 1990 г. с куч перепревшего навоза в Шемышейском районе Пензенской области. Плодовое тело мелкое, тонко-мясистое, вес нераскрывшегося плодового тела, достигшего товарных размеров – 18-22 г, раскрывшегося 35-40 г. Мякоть плотная, интенсивно краснеющая на воздухе особенно в основании ножки, с сильным грибным запахом. Плодоношение имеет характер двух четко выделенных активных волн. Недостатки: мелкий размер плодовых тел и связанные с ним более быстрое раскрывание частного покрывала, а так же более раннее созревание спор, чем у крупноплодных форм.

Штамм 34П выделен в сентябре 1989 г. с куч полуперепревшего навоза в Шемышейском районе Пензенской области. Плодовые тела крупные, толсто-мясистые, разнообразные по форме в большинстве своем с уродливой, удлинённой или конической ножкой (данные признаки были отмечены во время сбора плодовых тел для выделения культуры в природных условиях). Вес товарного плодового тела – 35-40г, раскрывшегося – 60-80 г. Шляпка кремовая, тонкочешуйчатая. Мякоть, рыжеющая на изломе, очень душистая. Интересной особенностью штамма является закладка плодовых тел в глубине субстрата и сильнее его разрыхление во время роста. Ритм плодоношения сильно растянутый. Недостатки – удлинённая коническая ножка и средняя урожайность.

Штамм 49П выделен в конце мая 1990 г. с куч полуперепревшего навоза в Мокшанском районе Пензенской области. Плодовые тела крупные толсто-мясистые, вес нераскрывшегося плодового тела, достигшего товарных размеров – 30 г., раскрывшегося – 65-70г. Шляпка белая с мелкими чешуйками, покрытая вросшими частицами субстрата. Мякоть со слабым запахом

сырости, на изломе интенсивно окрашивается в рыже-коричневый цвет. Ритм плодоношения растянутый. Недостатки: слабый запах мякоти, сильная загрязненность поверхности шляпок, низкая урожайность.

Штамм 53П выделен в сентябре 1990 года с куч полуперепревшего навоза в Шемышейском районе Пензенской области. Плодовое тело мелкое, но толсто-мясистое, вес нераскрывшегося плодового тела, достигшего товарных размеров – 18-23 г, раскрывшегося – 35-40 г. Шляпка белая с хорошо выраженными чешуйками. Ножка несколько сужена к основанию. Мякоть на изломе интенсивно краснеет, со слабым грибным запахом. Ритм плодоношения волнообразный. Недостатки: слабый запах мякоти и средняя урожайность.

Таким образом, изученные дикорастущие штаммы *A. bisporus* существенно отличаются друг от друга. Практически все они имеют некоторые недостатки. Однако у ряда штаммов, в частности 10П и 30П они не столь существенны, как у остальных, что делает их перспективными в качестве исходного материала для селекционной работы. Кроме того, согласно данным Г.А. Беляковой, Ю.Т. Дьякова и др., именно эти штаммы в силу своих генетических особенностей перспективны для скрещивания с рядом сортов европейской селекции, в целях получения высокоурожайных, гетерозисных гибридов.

Работами зарубежных и отечественных ученых (Richard, Kerrigan, 1989; Белякова и др., 1991; Фериал, 1992) было показано, что культурные сорта европейского происхождения имеют очень узкую генетическую основу. Дикорастущие же популяции, в том числе и изучаемая, имеют значительно большее генетическое разнообразие. Следует подчеркнуть, что фенотипические особенности не коррелируют с генетическими. Например, коричневые и белые сорта европейской селекции по спектрам эстераз оказываются ближе друг к другу, чем коричневые дикие шампиньоны из Пензенской области.

## Культивирование шампиньона бразильского

В настоящее время все большую популярность приобретает шампиньон бразильский – вид перспективный для пищевых и медицинских целей. Его номенклатурный статус в настоящее время четко не определен. Одни исследователи понимают его широко и находящиеся в культуре изоляты объединяют с дикорастущими формами в один вид *A. subrufescens* Peck (Siwulski et al., 2014). Этот вид распространен в Северной и Южной Америке, Китае, Японии, а также в некоторых европейских странах, в частности, в Чехии и Дании (Вассер, 1990). Другие понимают его более узко, как *A. blazei* Murill, описанный впервые американским микологом У.А. Мьюриллом в 1945 г. Однако как отмечает С.П. Вассер с сотрудниками (Wasser, et al., 2002) анализ типового материала *Agaricus blazei* и материала находящегося в культуре показывает сильные различия между ними. В связи с этим для культивируемых форм было предложено новое для науки название *A. brasiliensis* S.Wasser, M. Didurh, Amazonas et Stamets. Кроме того, в связи с растущей популярностью рассматриваемого вида, это название утвердилось за ним как коммерческое. Именно под ним проходят все продукты, получаемые из его плодовых тел.

Таким образом, номенклатурный статус шампиньона бразильского до настоящего времени до конца не выяснен. Возможно он представляет собой один очень полиморфный вид – *Agaricus subrufescens*, для которого характерно наличие отличающихся друг от друга внутривидовых таксонов и сильный полиморфизм на уровне отдельных штаммов, что в целом, как было показано выше, характерно для видов рассматриваемого рода. Однако возможно, что под названием коммерческим названием шампиньон бразильский объединяется группа близких видов. Для окончательного решения этого вопроса требуется изучение с помощью молекулярно-генетических методов большого количества находящихся в культуре штаммов и образцов дикорастущих форм из разных частей ареала.

Шампиньон бразильский обладает лечебными свойствами, характеризуется высоким содержанием белка, углеводов, минеральных компонентов и низким содержанием жира. В сухом веществе 58% составляют белки, 18% – углеводы, а всего – 0,5% жиры. Плодовые тела являются богатым источником микроэлементов, таких как калий, фосфор, кальций, магний и цинк. Они содержат также витамины группы В и витамин D.

Плодовые тела шампиньона бразильского характеризуются миндальным вкусом, который, который связан с содержанием в них бензойного альдегида и бензойной кислоты. Эти вещества повышают устойчивость собранных грибов к хранению после сбора. Шампиньон бразильский – это вид с хорошими кулинарными качествами.

В настоящее время шампиньон бразильский считается одним из наиболее ценных видов грибов из-за содержания многих ингредиентов определяющих его полезные для здоровья человека свойства, которые подтверждены многочисленными экспериментальными исследованиями. Спектр биологически активных веществ шампиньона бразильского включает в себя полисахариды, эргостерол, пироглютамат натрия, белково-РНК-комплекс, лектины, агарин и блазиин. Наиболее многочисленная группа биологически активных соединений образована полисахаридами, главным образом глюкозидами и глюкоманнанами.

Было также обнаружено, что количество и разнообразие а- и в-глюканов, содержащихся в бразильском грибе, увеличивается по мере созревания плодовых тел (Siwulski et al., 2014).

Шампиньон бразильский является одним из важнейших объектов современной биотехнологии. История изучения его полезных свойств началась с того, что американские исследователи У. Д. Синден и Э.Д. Ламберт заметили, что жители юго-восточного района Бразилии Сан-Паулу с центром в городке Пьедади, активно употреблявшие рассматриваемый вид в пищу, очень редко заболевали онкологическими заболеваниями. После публикации результатов этих исследований шампиньон бразильский привлек

внимание японских ученых. Исследования проводились на кафедре фармакологии Токийского университета С.Сибата и в Японском национальном центре рака доктором Икебата.

В результате этих исследований были открыты и изучены противоопухолевые свойства бета-глюканов, высоким содержанием которых характеризуется шампиньон бразильский. Впервые научные статьи подтверждающие эффективность применения этого гриба в борьбе с онкологическими заболеваниями были представлены в 1980 г. на 39 собрании Японской академии по борьбе с раковыми заболеваниями Х. Ито, К. Шимура и С. Нарусе. В дальнейшем антираковый эффект полисахаридов, содержащихся в плодовых телах бразильского гриба, был подтвержден другими исследователями.

Шампиньон бразильский имеет широкий спектр применения в медицине. В первую очередь он используется для профилактики и лечения онкологических заболеваний, а также как средство защищающее организм от последствий применения химио- и лучевой терапии, не снижающее их эффективности. Кроме того применение этого гриба дает хорошие результаты при лечении различных заболеваний желудочно-кишечного тракта, вирусных гепатитов В, С, D, начальных стадий цирроза печени, а также заболеваний почек, лимфатической системы и т.п. Шампиньон бразильский обладает высокой противовирусной и противогрибковой активностью. Это делает его применение эффективным при лечении заболеваний вызываемых этими организмами. Кроме того шампиньон бразильский является герантопротектором, тормозящим старение организма. Применяют шампиньон бразильский в виде биологически активных добавок, представляющих собой водные экстракты порошка из сушеных плодовых тел. Эффективным оказывается также его использование как компонента диет для людей страдающих перечисленными выше заболеваниями (<https://priroda-znaet.ru/agarik-brazilskiy/>).

Изучение шампиньона бразильского в настоящее время принимает все более широкие масштабы. В Японии и Китае

разрабатываются технологии промышленного культивирования этого гриба. Эти страны являются основными поставщиками данного гриба на мировой фармакологический рынок.

Технология выращивания шампиньона бразильского основана на тех же принципах, что и шампиньона двуспорового. (Чен, 2003) Однако производственный цикл у него более растянут. Его продолжительность составляет от 70 до 100 дней. Плодоношение растягивается на 4-5 волн, интервал между которыми составляет порядка 10 дней.

По сравнению с шампиньоном двуспоровым урожайность шампиньона бразильского значительно ниже и составляет 8-12 кг на м<sup>2</sup>. Однако учитывая тот факт, что плодовые тела шампиньона бразильского представляют собой в первую очередь дорогостоящее лекарственное сырье, даже при такой урожайности его выращивание оказывается целесообразным (Siwulski et al., 2014).

### **Культивирование шампиньона двукольцового**

Интерес к шампиньону двукольцовому, как объекту культивирования возник 80-х – 90-х годах XX в. как к объекту устойчивому к вирусным заболеваниям в культуuroобороте с шампиньоном двуспоровым. В продажу поступил произведенный французской компанией Somusel мицелий двух сортов K26 и K32.

Шампиньон двукольцовый выращивают по той же технологии, что и двуспоровый. Однако имеются и некоторые отличия. Оптимальная температура для роста его мицелия составляет +30° С, а для формирования плодовых тел – +25 -28 ° С. Это делает шампиньон двукольцовый перспективным для регионов с теплым климатом. Он менее требователен к свежему воздуху и может расти при более высоких концентрациях СО<sub>2</sub>. Он более устойчив к вирусам, однако, к заболеваниям, вызываемым микроскопическими грибами и бактериям, он менее резистентен по сравнению шампиньоном двуспоровым. Кроме того невысокая урожайность делает себестоимость получаемой продукции



слишком высокой. В связи с этим культура рассматриваемого вида не получила широкого распространения (Siwulski et al., 2014).

### **Культивирование шампиньона полевого**

Культура шампиньона полевого не получила широкого распространения из-за специфического анисового запаха плодовых тел, который нравится не всем потребителям.

Определенным преимуществом этого вида является устойчивость к вирусным и бактериальным заболеваниям. Первый опыт выращивания грибов уже проводился в начале XX века, но всесторонние исследования начались только в 1970-х годах. В этот период был получен первый коммерческий сорт, обозначенный как R20 (Siwulski et al., 2014).

### **Пищевая ценность шампиньонов**

Как было показано в предыдущей главе, различные виды шампиньонов отличаются друг от друга по вкусу и запаху мякоти, который может быть приятным и не приятным. Кроме того имеются отличия в органолептических свойствах. У одних видов, шляпки плотные толсто-мясистые, у других ломкие, тонкомясистые. От этих признаков во многом зависят кулинарные качества и соответственно пищевая ценность грибов. Сбор дикорастущих видов шампиньонов коммерческого значения не имеет т.к. их ресурсы в природе не значительны. Однако для любителей грибов они представляют определенный интерес, особенно в южных мало лесных районах страны. В первую очередь это широко распространенные виды, дающие в отдельных местах обильное плодоношение. По пищевой ценности их можно разделить на четыре группы:

Наиболее ценные виды, плодовые тела которых имеют достаточно сильный не специфичный грибной запах и плотную мякоть, в связи с чем, по вкусовым качествам и органолептическим свойствам они приближаются к наиболее ценным видам

лесных грибов – белым, маслятам подберезовикам. К ним относятся *A. bisporus*, *A. bitorquis* и *A. campestris*.

Вторую группу составляют шампиньоны с хорошими органолептическими свойствами, но со специфичным анисовым или вообще слабовыраженным запахом. Это *A. arvensis*, *A. bernardii*, *A. kuechnerianus*, *A. litoralis*, *A. osecanus*, *A. urinascens*. Их пищевая ценность сопоставима с менее популярными грибами, например, с рядовками, которые также характеризуются хорошей органолептикой, но удовлетворительными вкусовыми качествами.

Третью группу составляют такие виды как *A. abruptibulbus*, *A. sylvaticus*, *A. sylvicola* и другие тонко-мясистые грибы, с ломкой мякотью, которые по своему качеству сопоставимы с мелкоплодными видами сыроежек.

К четвертой группе относятся несъедобные и слабоядовитые виды. Не съедобны *A. lutosus*, *A. semotus*, *A. rusiophyllus* из-за мелких размеров и неприятного запаха горького миндаля. Такие виды, как *A. iodosmus*, *A. pilatianus*, *A. xanthodermus*, *A. pseudopratisensis* имеют неприятный запах карболки и могут вызвать легкое отравление, выражающееся в расстройстве пищеварительной системы. Поэтому при сборе дикорастущих шампиньонов следует обращать внимание на их запах и такой характерный признак перечисленных видов, как пожелтение на разрезе мякоти в основании ножки.

При сборе дикорастущих шампиньонов есть опасность встречи с ядовитыми грибами: мухомором вонючим – *Amanita verna* (Bull.) Lam. и лепиотой коричнево-красной (*Lepiota brunneo-incarnata* Chodat ex Martín.).

Мухомор вонючий имеет опасное сходство с шампиньонами клубневым (*A. abruptibulbus*) и перелесковым (*A. sylvicola*). От них он отличается чисто белыми пластинками и наличием общего покрывала в основании ножки. Роковая ошибка может произойти в связи с тем, что этот ядовитый гриб встречается в лесах, т.е. в тех же местообитаниях, где и указанные виды шампиньонов.

Мухомор вонючий – смертельно ядовит (рис. 28). Его яды имеют сложную химическую природу. Они делятся на две группы: более ядовитые, но медленно действующие аманитины, и менее ядовитые, но быстро действующие фаллоидины. Отравление этим грибом обычно проявляется в среднем через 8-12 часов после употребления плодовых тел в пищу. Заболевание начинается внезапно, чаще ночью. Появляется резкая боль в животе: частый понос холероподобного характера с примесью крови, неукротимая рвота. Вследствие обезвоживания организма появляется мучительная жажда, так как вода теряется с рвотными массами. Больные жалуются на головную боль и головокружение. Иногда наблюдается кратковременное улучшение состояния. Однако вскоре оно вновь ухудшается, что связано с поражением внутренних органов – печени и почек. Вскоре наступает бессознательное состояние. Нарушается кровообращение, ослабляется сердечная деятельность, ощущается удушье, приводящее в 50% случаев к смерти, наступающей обычно на 9-10-й день (Вассер, 1992).

Лепиота коричнево-красная может быть принята за шампиньон двуспоровый или близкие к нему виды шампиньонов, имеющие на шляпке коричневые чешуйки (рис. 29). Отличительной особенностью лепиоты являются белые, не изменяющие окраски при созревании спор пластинки. Роковая ошибка может произойти в связи с тем, что лепиота коричнево-красная обитает на газонах в скверах и садах, т.е. там же где и шампиньоны. Лепиота коричнево-красная – смертельно ядовитый гриб. Признаки отравления проявляются через два часа после употребления гриба. Они выражаются в ознобе и общем недомогании. Через сутки начинается неукротимая рвота, повышается температура. На теле появляются синие пятна. Смерть наступает на третьи сутки (Вассер, 1980).

В связи с тем, что дикорастущие шампиньоны нередко обитают в пределах селитебных территорий, где может иметь место загрязнение, нами, в лаборатории Регионального центра государственного экологического контроля и мониторинга

по Пензенской области, проводились специальные исследования по определению содержания в грибах наиболее опасных для здоровья человека химических элементов – Cd и Hg (Иванов и др. 2008). Методом атомно-адсорбционной спектроскопии определялось содержание названных элементов в плодовых телах наиболее распространенных в регионе видов шампиньонов и субстратах, на которых они произрастали. На основе полученных значений рассчитывали коэффициент накопления (Кн). Он представляет собой отношение концентрации химического элемента в плодовом теле к таковому в субстрате. Если Кн оказывается выше единицы это значит, что содержание химического элемента в плодовом теле выше чем в субстрате и гриб является его накопителем.

По содержанию Cd все полученные значения были ниже ПДК, а Кн были меньше 1. Это значит, что шампиньоны не имеют тенденции к биоконцентрации этого элемента в плодовых телах. Хотя содержание Cd в плодовых телах различных видов шампиньонов выражалось близкими значениями, наблюдались некоторые отличия полученных значений по видам. Минимальные показатели были определены для *A. arvensis*, максимальные для – *A. campestris* (табл. 4).

По содержанию Hg все полученные значения приближались к значению ПДК, хотя и были несколько ниже его. Кн у всех исследованных видов превышали единицу. Таким образом, дикорастущие виды шампиньонов накапливали Hg более активно, чем Cd. Это дает основание считать, что при наличии ртутного загрязнения почвы употребление этих грибов в пищу может быть опасным для здоровья. Содержание Hg в плодовых телах изученных видов выражалось близкими значениями. Несколько активней других видов Hg накапливал *A. arvensis*.

Таблица 4

Содержание Cd и Hg в плодовых телах дикорастущих шампиньонов, мг/кг и Кн

Виды грибов	Химические элементы, мг/кг и Кн			
	Cd	Кн	Hg	Кн
<i>A. arvensis</i>	0,029±0,008	0,17	0,048±0.005	4.0
<i>A. bisporus</i>	0,007±0,002	0,26	0,038±0.004	3.4
<i>A. bitorquis</i>	0,036±0,011	0,21	0,043±0.006	3.1
<i>A. campestris</i>	0,081±0,055	0,32	0,040±0.006	3.3
ПДК	0,1	-	0.05	-

Шампиньоны и в первую очередь находящийся в культуре шампиньон двуспоровый, представляют собой ценный продукт питания. Они имеют приятный вкус и запах прекрасно сочетающийся с другими продуктами, мясом, овощами и т.п. Кроме того они представляют собой низкокалорийный диетический продукт богатый белками – до 3-4,5 г на 100 г продукта. В них содержится 18 аминокислот, при этом 8 из них – незаменимые. Установлено, что в шампиньонах присутствуют такие аминокислоты, как лизин и аргинин, оказывающие благотворное влияние на развитие умственных способностей и памяти человека. Белок этого гриба усваивается на 70-80%.

Высокое содержание белков в шампиньонах сочетается с очень низким содержанием углеводов и жиров, в связи с чем эти грибы относятся к числу диетических низкокалорийных продуктов. Калорийность 100 продукта составляет не более 30 ккал. Пищевая ценность шампиньонов определяется также высоким содержанием витаминов, в первую очередь группы В. В них обнаружены: тиамин (витамин В1), рибофлавин (витамин В2), пиридоксин (витамин В6), пантотеновая кислота (В5), фолиевая кислота (витамин В9), а также, витамин РР, Е и С.

Плодовые тела шампиньонов богаты микроэлементами в первую очередь фосфором и калием. Они содержат также кальций, фтор, железо, йод и цинк (<https://foodandhealth.ru/griby/shampinon>).

Шампиньоны содержат также важнейший ультрамикроэлемент селен, соединения которого обладают сильными антиоксидантными свойствами (Иванов, Блинохватов, 2003). Кроме того китайскими учеными показано, что экстракты из плодовых тел *A.bisporus* обладает противоопухолевыми свойствами, а также антибактериальной и антивирусной активностью (Ли Юй и др., 2009)

## **Технологии выращивания шампиньона двуспорового**

### **Посевной материал – мицелий**

Посевной материал шампиньонов представляет собой мицелий, выращенный на стерильном зерновом субстрате. Его производство осуществляют специализированные предприятия, располагающие соответствующим технологическим оборудованием и высококвалифицированными кадрами микробиологов (Алексеева, Мартыненко, 1991). Одним из мировых лидеров в плане производства посевного мицелия является американская компания «Sylvan».

Первым звеном технологической цепочки по производству мицелия является коллекция культур, где содержится основной генофонд размножаемых сортов. Хотя в производстве для них чаще применяется название штамм, это не совсем верно. Штамм – это промежуточный продукт селекционного процесса, не прошедший апробацию на производстве. Поэтому коммерческие штаммы, размножаемые и реализуемые правильнее называть сортами. Однако в связи с тем, что в России отсутствует система сортоиспытания культивируемых съедобных грибов, название сорт в этом случае также можно считать условным.

Обычно сорта съедобных грибов идут под шифрами из букв и цифр. Например, в настоящее время наиболее старым и широко используемым во всем мире сортом шампиньонов типа «Middle range» является А15. Он имеет плодовые тела среднего и крупного размера с чисто белой гладкой шляпкой, устойчивые к хранению. Характеризуется быстрым ростом мицелия, что позволяет

довести до максимума число оборотов культуры. Сорт приспособляется к широкому спектру компостов и систем культивирования.

Сорт А300 из группы «Middl range» образует плодовые тела среднего и крупного размера, которые хорошо транспортируются и сохраняются. В производстве он используется сравнительно недавно. Среди других сортов отличается наиболее высокой скоростью освоения компоста.

Из сортов с кремовой окраской шляпки типа «Brown» наибольшей популярностью пользуется 856А. Образует плодовые тела мелких и средних размеров типа «Crimini» и крупные типа «Portabello». Он более устойчив к болезням, чем 15А, но менее урожаен. Однако это компенсируется более высокой рыночной ценой.

Вторым этапом производства является подготовка питающего субстрата – для вешенки и шиитаке зерна ячменя, для шампиньона – пшеницы. Предварительно пропаренное зерно фасуют в пакеты из термостойкой пленки и стерилизуют в автоклавах. После охлаждения их инокулируют маточной культурой и помещают в термостатное помещение для проращивания.



Рис. 30 Мицелий шампиньона в пакетах



Рис. 31 Мицелий, расфасованный в картонные коробки

Коммерческий мицелий представляет собой пакеты с воздушными фильтрами из полупроницаемой мембраны со стерильным мицелием на зерновой основе, объемом 6 л и весом около 3,5 кг, которые фасуются в картонные коробки (рис. 30, 31). Для магазинов и мелких производителей изготавливаются маленькие пакеты, объемом 2 л.

При покупке мицелия следует помнить, что он не выносит высоких летних температур. Оптимальной температурой хранения является  $0 - +5^{\circ}\text{C}$ . Нарушение этих параметров ведет к снижению качества или гибели мицелия. Качественный посевной мицелий должен иметь приятный грибной запах, легко разделяться на отдельные зерна, и быть почти сухим на ощупь. Появление посторонних запахов, увлажнение, ослизнение, присутствие плесени указывает на то, что мицелий испортился и не пригоден для использования.



## Современное производство шампиньонов

Современное производство шампиньонов представляет собой почти полностью механизированный процесс, предполагающий широкое использование специализированной техники и средств малой механизации. В настоящее время отечественная промышленность не выпускает оборудования для подобных производств. Мировым лидером в этой области является Голландия, в частности, фирма «Christiaens Group». Если в недавнем прошлом для организации производства шампиньонов рекомендовали различные приспособленные для этого помещения, например, неиспользуемые коровники, птичники и т.п., то в современных условиях подобный подход становится не актуальным. Для реализации современных проектов, основанных на использовании последних достижений технической мысли, производственные здания должны соответствовать тем параметрам, которые необходимы для размещения в них и слаженной работы соответствующих машин и механизмов. Поэтому производственные здания должны возводиться вновь, в соответствии с проектной документацией и использованием современных строительных материалов.

Основным нормативным документом при проектировании предприятий рассматриваемого профиля являются «НТП АПК 1.10.09.002-04. Нормы технологического проектирования комплексов по выращиванию шампиньонов». К сожалению, он во многом устарел и не отражает многих технологических параметров современного грибного производства. В связи с этим при создании новых грибоводческих комплексов приходится руководствоваться зарубежной, в частности голландской проектной документацией, которая предусматривает оптимальное размещение и габариты помещений для эффективной работы машин и механизмов, обеспечивающей работу всей технологической цепочки.

Однако реализация зарубежных проектов и использование импортной техники имеет определенные сложности. В Голландии, Ирландии и других странах, имеющих небольшие площади, в грибном производстве развита кооперация, позволяющая

эффективно использовать высокопроизводительную технику. В нашей стране, где отдельные предприятия расположены на значительных расстояниях друг от друга, такой подход усложняется большими транспортными расходами. Поэтому эффективное использование дорогостоящей высокопроизводительной техники может быть только на крупных предприятиях, с полным производственным циклом, на которых площади помещений для выращивания грибов составляют не менее одного гектара. Если же подобная техника приобретает на относительно небольшое предприятие, она работает не с полной нагрузкой и потому затраты на ее закупку не окупаются.

Наиболее благоприятной частью России, для организации крупных комплексов по выращиванию шампиньонов, является лесостепная зона, где запасы соломы и куриного помета практически не ограничены. Кроме того по долинам рек имеются большие залежи низинного торфа, а на сахарных заводах скапливаются значительные запасы известкового материала – дефеката, представляющего собой отход производства. Эти материалы необходимы для приготовления покровного грунта.

Современные технологии производства субстрата или компоста для выращивания шампиньона гарантируют урожайность грибов от 25 до 32 кг грибов с квадратного метра культивационного помещения за один оборот культуры. Его продолжительность при работе на субстрате фазы 3 при работе на трех волнах составляет 49 дней. Таким образом за год на предприятии может быть реализовано 7,9 культурооборотов и с каждого м<sup>2</sup> получено 225 кг грибов (Сафрай, 2013).

Работа небольших грибоводческих предприятий возможна и на покупном субстрате, о чем говорит зарубежный опыт. Однако в нашей стране рынок торговли субстратом сложился лишь в отдельных регионах, где он производится на продажу, например в Краснодарском крае. Дальние же перевозки этого материала оказываются не рентабельными.

## Приготовление субстрата

### Исходные материалы

Основным звеном технологии выращивания шампиньона является приготовление субстрата. В основе его лежит термогенез – разогрев смеси из соломы и навоза или птичьего помета за счет деятельности определенных видов термофильных микроорганизмов. Это сложный микробиологический процесс, от протекания которого напрямую зависит формирование урожая шампиньонов.

Лучший материал для приготовления шампиньонного субстрата – свежий конский навоз. В рационе лошадей, от которых его получают, должны преобладать сухие корма – овес и сено, которые лошади получают в зимнее время. Летом, когда животные питаются в основном свежей травой, конский навоз теряет необходимые качества.

Вторым компонентом субстрата является солома, которая используется для подстилки лошадям. Лучшей является солома озимой пшеницы. Использование соломистого конского навоза является самым удобным, т.к. находясь в стойле, лошади копытами разминают солому и равномерно перемешивают ее с навозом и мочой. Для приготовления 5 т субстрата предусматривается следующий расход исходных материалов (Ранчева, 1990):

Конский навоз средне соломистый,	
влажностью около 50% .....	4500 кг или 6,75 м <sup>3</sup>
Гипс строительный .....	90 кг
Вода .....	11000 л

Подбирая навоз, следует помнить, что он должен быть свежим. Солома подстилки должна иметь свой естественный желтый цвет. Если она побурела, и навоз начал греться, он уже не пригоден. Собирая навоз, его нужно подсушивать, чтобы избежать начала преждевременной ферментации. Таким образом, навоз можно заготавливать впрок.

К сожалению, в настоящее время поголовье лошадей не велико и потому получать большие объемы этого материала

не представляется возможным. Однако даже небольшая его добавка, при приготовлении субстрата из других материалов, оказывает положительное влияние на качество получаемого продукта (Ранчева, 1990). Поэтому содержание лошадей при грибоводческих комплексах может представлять большой интерес, тем более что спрос на их мясо и особенно продукты его переработки (сыровяленая колбаса, тушенка и т.п.) в нашей стране достаточно большой, особенно среди татарского населения.

Единственным полноценным заменителем конского навоза может быть помет кур-бройлеров. Помет кур-несушек, рацион которых имеет некоторые отличия, также пригоден, однако субстрат, приготовленный на его основе, имеет худшее качество. Кроме того при клеточном содержании кур-несушек, помет не содержит подстилки и имеет высокую влажность и потому слеживается в комки, что создает определенные трудности при его смешивании с соломой. Помет индеек, гусей и уток, навоз крупного рогатого скота и свиней для производства субстрата не пригоден.

Для приготовления субстрата используется помет бройлеров напольного содержания. Он должен быть сухим и может содержать небольшую примесь опилок, применяемых в качестве подстилки. Куриный помет, из-под гидросмыва малоприспособен для этой цели.

В связи с тем, что куриный помет может поставляться на грибоводческое предприятие в течение всего года, заготавливать его в больших количествах не целесообразно. Его запас следует делать в количестве необходимом для приготовления 3-4 партий субстрата. Площадка для его хранения должна быть забетонирована и иметь навес, защищающий этот материал от дождевой влаги. Ее попадание совершенно не допустимо, т.к. во влажном помете активизируются микроорганизмы, снижающие его качество. Куриный помет необходимо проверять по следующим агрохимическим показателям: азоту общему, азоту органическому, азоту аммиачному, влажности, рН и зольности. Это связано с тем, что примесь подстилки в помете имеет непостоянный характер. Чем меньше кур содержится на 1 м<sup>2</sup> птичника, тем

ниже доля чистого помета и выше доля подстилки (опилок), что отражается на содержании всех форм азота.

Нередко эти колебания имеют сезонный характер, т.к. плотность посадки кур на единицу площади летом обычно ниже, чем зимой. Если содержание общего азота в помете оказывается ниже 5%, следует пропорционально увеличивать долю помета в компосте, и таким образом выдерживать требуемые агрохимические показатели конечного продукта. Это связано с тем, что компост, с пониженным содержанием азота, не обеспечивает высоких урожаев грибов (Лемерс, 2012).

Вторым компонентом, используемым для приготовления субстрата, является солома озимой пшеницы. Солому для этой цели следует заготавливать в ясную погоду. Она должна быть сухой и иметь золотисто-желтый цвет. Для ее подборки следует использовать рулонные прессподборщики отечественных или зарубежных марок. При этом следует иметь в виду, что прессовать солому в тюки или рулоны желательно в процессе уборки. Идеальным вариантом следует считать, когда прессподборщик идет сразу за комбайном. Если куриный помет может поставляться с птицеводческих предприятий в течение всего года, заготовка соломы имеет сезонный характер. Поэтому потребное для предприятия количество соломы, должно храниться на специально оборудованной площадке.

Площадка должна иметь бетонированный пол, предотвращающий попадание частиц почвы и навес, защищающий ее от попадания атмосферной влаги. В том случае если навес отсутствует солому можно покрыть современным материалом типа Toplex, производимой фирмой Tencate или слоем не тюкованной соломы толщиной 50 см.

Размер площадки хранения определяется полуторогодовой потребностью в ней компостного производства. Это связано с тем, что свежую, только заготовленную солому не рекомендуется использовать сразу. Она должна вылежаться не менее трех месяцев. Кроме того предприятие должно иметь страховой запас

соломы на случай засушливого не урожайного года (Сафрай, Карпов, 2003)

Следует помнить, что сухая солома – легко возгорающийся материал. Поэтому площадка для ее хранения должна быть оборудована громоотводами и средствами пожаротушения.

Компонентами для приготовления субстрата являются подсушенный куриный помет, пшеничная солома и строительный гипс. Последний является очень важной добавкой для получения качественного, структурного субстрата. Благодаря гипсу улучшается его воздухопроницаемость, повышается его водоудерживающая способность и снижается кислотность. При оценке качества гипса, который производится из минерального сырья, следует контролировать в нем содержание тяжелых металлов.

В таблице 5 приведены данные о расходе исходных материалов для приготовления субстрата на основе куриного помета и соломы в зависимости от потребности в нем (Ранчева, 1990).

Таблица 5 – Рецепт приготовления субстрата из куриного помета и соломы

Материал	Субстрат, кг			
	10000	20000	50000	100000
Солома пшеничная, сухая, кг	4000	8000	20000	40000
Куриный помет свежий, содержащий 3% общего азота, кг	4000	8000	20000	40000
Гипс строительный, кг	240	480	1200	2400
Вода, м <sup>3</sup>	20	40	100	200

## **Приготовление субстрата фазы 1 в буртах с использованием перебивок**

Традиционным способом приготовления субстрата или компоста является способ его приготовления в буртах с использованием перебивок. Этот способ позволяет готовить субстрат в любых количествах от нескольких десятков, до нескольких тысяч тонн, в зависимости от потребности. Т.е. он может быть использован как на небольших фермах, так и на предприятиях гигантах. Технически этот способ довольно прост, поэтому он может реализоваться как с помощью ручного труда, так и с помощью машин и механизмов. Последние могут быть представлены специализированными перебивочными машинами. Кроме того для частичной механизации процесса может быть приспособлена не специализированная для приготовления субстрата техника, а, например, ленточные транспортеры и т.п.

Под цех для приготовления субстрата может быть приспособлено любое крытое помещение – ангар, пустующий птичник, коровник и т. п. В летнее время им может служить и открытая площадка, защищенная от атмосферных осадков навесом. На открытом воздухе субстрат можно готовить и в весенне-осенний период при наличии положительной температуры воздуха, а также при отсутствии возможности задувания бурта снегом (Ранчева, 1990).

Площадь цеха приготовления субстрата рассчитывается исходя из площади шампиньонницы. Если количество готового компоста, потребное для ее заполнения составляет примерно 20000 кг, то следует руководствоваться следующими исходными данными. Удельный вес соломистого конского навоза или смеси куриного помета с соломой составляет 250-300 кг/м<sup>3</sup>, т.е. объем исходных материалов, с учетом потерь массы при ферментации составит 90-100 м<sup>3</sup>. Соответственно при площади поперечного сечения бурта 2,6-3 м<sup>2</sup> его ширина составит – 1,6-1,8 м, а длина – 15-18 м, а площадь – 28-32 м<sup>2</sup>. Учитывая необходимость перемещения бурта при перебивках, а также минимальные удобства при

осуществлении работ, площадь компостного цеха должна примерно в 4 раза превышать площадь бурта, т. е. составлять не менее 130 м<sup>2</sup>. Оптимальные же размеры помещения составят 6,5x20 м.

Основной частью компостного цеха является площадка для компостирования. Пол ее должен быть забетонирован или заасфальтирован. К площадке должна быть подведена вода для полива буртов. В центре желателен желоб для удаления стекающих с буртов поливных вод. Желоб должен заканчиваться коллектором для стоков, которые следует использовать для полива повторно. Это необходимо для того, чтобы избежать потерь питательных веществ, которые вымываются поливными водами.

Первым этапом приготовления является увлажнение соломы. В начале ее раскладывают на площадке для компостирования в виде плоской кучи толщиной 50-60 см, и обильно поливают в течение 3-4 дней, пока она не напитается водой. Полив следует осуществлять распылителем, не давая ей просыхать. При этом следует следить, чтобы расход воды не был слишком большим. Вся вода должна впитаться в субстрат, а не вытекать из него. Процесс внесения куриного помета и гипса осуществляется на той же площадке, после прикатывания соломы колесным трактором. После замачивания с помощью вил приступают к формированию бурта. Он должен иметь правильную форму и следующие размеры: ширина – 1,6-1,8 м, высота – 1,6-1,8 м. Боковые стенки бурта делают по возможности вертикальными и плотными, внутреннюю часть рыхлой, а поверхность горизонтальной (рис. 32).

Длина бурта зависит от количества компостируемого материала. Повышение температуры компостной массы – первый показатель начала процесса ферментации. Так как интенсивность ферментации зависит от поступления воздуха и влажности, процесс в бурте идет не совсем равномерно. Наиболее качественно он идет в середине бурта. На поверхности из-за подсыхания он идет несколько слабее. Не активно идет ферментация и в самом низу кучи, т.к. там не хватает воздуха для жизнедеятельности микробов.





Рис. 32 Правильно сформированный бурт

Через несколько дней после формирования компостного бурта солома становится мягкой, а бурт оседает примерно на 50 см. Это сигнал к проведению первой перебивки. Ее проводят обычно на 6-й день после закладки. В том случае, если количество перебиваемого субстрата за одну закладку не превышает 50 т в месяц, перебивку следует делать вручную, т.к. приобретение специализированной техники в этом случае будет не рентабельным.

Материал из различных зон бурта разрыхляют и хорошо проветривают и увлажняют. Затем снова формируют бурт таким образом, чтобы верхние и нижние слои бурта были в центре, а компост из наиболее благоприятной для ферментации средней зоны был наверху. Новый бурт формируют на 10-20 см уже старого, чтобы улучшить режим аэрации. Следующую перебивку проводят через 3 дня после второй. Затем компост направляют в камеру пастеризации для термической обработки.

Перебивки буртов могут быть частично механизированы. Для этого разработаны специальные перебивочные машины.

Мировым лидером в этой области является Голландия, в частности, фирма «Christiaens Group».

Описанная технология имеет ряд существенных недостатков, в связи с чем, большинство крупных грибоводческих предприятий, отказываются от нее. Производство больших объемов субстрата на открытых площадках возможно только в регионах с теплым климатом. В северных районах и в средней полосе России готовить качественный субстрат зимой на открытом воздухе не представляется возможным из-за устойчивых отрицательных температур. Поэтому большинство современных предприятий готовят его с использованием бункеров.

### **Приготовление субстрата в бункерах**

Цех приготовления субстрата – первое звено в технологическом цикле выращивания шампиньонов. Это отдельно стоящее помещение. Оно включает в себя склад сырья, участок смешивания компонентов и зону погрузки. Основной его частью цеха приготовления субстрата являются бункера – открытые или закрытые тоннели, выполненные из бетона (рис. 33). В связи с тем, что в бункера загружается большое количество компоста, под них заливается мощный фундамент в виде бетонной армированной площадки, который может выдерживать большие нагрузки (рис. 35). Размеры бункеров определяются потребностью предприятия в субстрате. Для получения 1т субстрата фазы 1 необходимо 4 м<sup>3</sup> объема бункера.

Например, если необходимо приготовить 40 т субстрата, то для этого потребуется пространство в 160 м<sup>3</sup>. При загрузке соломенно-навозной смеси слоем, толщиной 3,5 м площадь бункера составит 45 м<sup>2</sup>, а линейные размеры – 6 х 7,5 м. Количество бункеров определяется количеством камер выращивания, т.к. для бесперебойного получения грибов субстрат в них не должен загружаться одновременно. В современных проектах крупных предприятий планируется не менее четырех бункеров, имеющих следующие габариты:

длину – 40 м, ширину – 9 м и высоту – 8 м, а производительность – до 800 т субстрата. Кроме того в цехе находится система сбора и использования оборотной воды. Общая площадь цеха производства субстрата фазы 1 составляет не менее 2000 м<sup>2</sup>.



Рис. 33 Бункеры, загруженные компостом

На современных грибоводческих предприятиях процесс подготовки и смешивания компонентов субстрата полностью автоматизирован. Солома, с помощью гидравлической установки для замачивания соломы на основе гидравлического лифта, замачивается в специальной емкости. Далее она с помощью погрузчика вместе с другими компонентами подается на линию смешивания,

состоящей из дозирующего и приемного устройства. Смешивание компонентов происходит в специальном смесительном барабане.

Вода после замачивания собирается в специальную емкость и после доработки используется повторно. Передача исходных материалов осуществляется с помощью наклонных транспортеров (рис.34). Для загрузки исходных материалов в бункера предназначена линия загрузки, состоящая из конвейеров. Исходные компоненты с транспортера попадают на передвижной реверсивный конвейер. С его помощью производится загрузка бункеров. Равномерная загрузка исходных компонентов по всей поверхности бункера осуществляется с помощью передвижного устройства верхней загрузки (рис. 35).



Рис. 34 Армированный фундамент для бункеров



Рис. 35 Машина для подачи субстрата фазы 0 в бункер

Аэрация массы компоста осуществляется с помощью особой системы подачи воздуха, которая встроена в бетонный пол. Она состоит из пластиковых труб с вмонтированными форсунками, через которые под давлением подается свежий воздух (рис. 36, 37). Каждый бункер оборудуется своей собственной системой распределения воздуха, основной частью которой является мощный вентилятор высокого давления (7000-8000 Па) и большой производительности (25 м<sup>3</sup>/час на 1 т компоста) (рис. 38). Высокое давление, создаваемое вентилятором, позволяет обеспечивать воздухом компостируемый соломенно-навозный субстрат. Вентилятор работает в импульсном режиме, предполагающем работу в течение 2-15 мин., чередующуюся с выключением на 30-45 мин.



Рис. 36 Система подачи воздуха



Рис. 37 Пол с системой форсунок

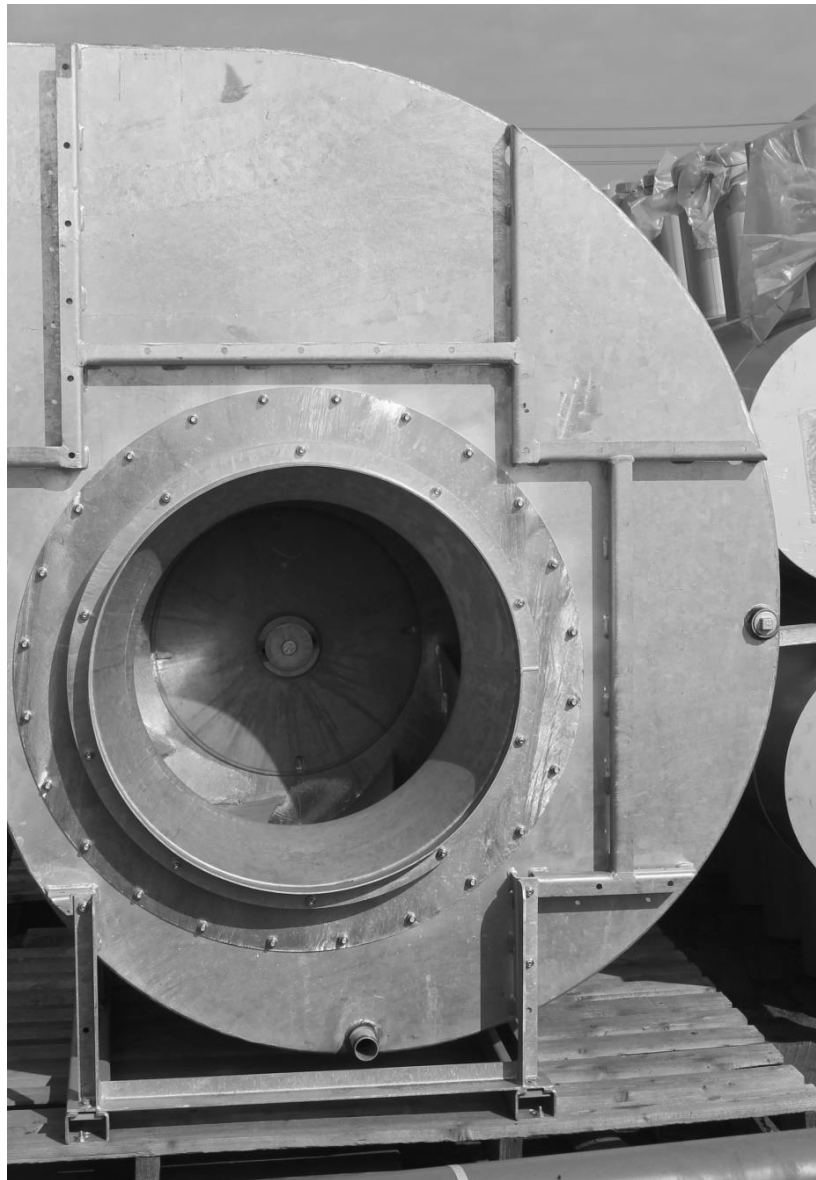


Рис. 38 Вентилятор для подачи воздуха в форсунки

Подаваемый вентилятором воздух обеспечивает дыхание термофильных микроорганизмов. Таким образом, достигается тот же результат, что и при перебивках. Субстрат под их влиянием разогревается до температуры  $+75^{\circ}$  -  $+80^{\circ}$  С и ферментируется. Контроль за его температурой и содержанием кислорода в компостируемой массе, осуществляется автоматизированной системой датчиков, показания которых выводятся на компьютер. Он управляет работой вентилятора и выдает информацию о ходе процесса в виде цифр и графиков. Таким образом, процесс компостирования в бункерах находится под постоянным контролем.

Конечным продуктом данного технологического цикла является субстрат фазы 1. Признаки его готовности определяются органолептически. При сжатии в ладони он не должен мазаться, а выделяющаяся влага должна быть прозрачной. Частицы соломы должны иметь коричневую окраску и легко разрываться. Кроме того он не должен иметь запаха аммиака. Выход субстрата фазы 1 составляет порядка 60-65% от массы исходных материалов.

Субстрат фазы 1 должен иметь следующие агрохимические характеристики:

- влажность – 72-75%;
- Норг – 1,6-1,8%;
- $\text{NNH}_4$  – 0,4-0,6%;
- Нобщ – 0,4-0,6%;
- C/N – 21/25.

С помощью конвейера осуществляется передача субстрата фазы 1 в тоннель, предназначенный для производства субстрата фазы 2.

## **Приготовление субстрата фазы 2**

На современных крупных предприятиях приготовление субстрата фазы 2 осуществляется в цехе приготовления субстрата фазы 2 и фазы 3. Он располагается в непосредственной близости от здания производства субстрата фазы 1. Это необходимо чтобы свести к минимуму затраты на перегрузку. Субстрат фазы 1 из цеха, где он был произведен, транспортируется внутри транспортного тоннеля по конвейеру в цех производства субстрата фаз 2 и 3. В начале он подается в загрузочный холл, через который производится загрузка субстрата фазы 1 в специально оборудованные тоннели, представляющие собой вытянутые в длину помещения, размер которых определяется массой загружаемого субстрата (рис.39). При загрузке в тоннель 280 т субстрата фазы 1 он должен иметь длину 40 м, ширину – 4 м и внутреннюю высоту 4,4 м.





Рис. 39 Тоннель

Обычно фундамент тоннеля делается из бетона. Он выполняет сразу две функции. В первую очередь он является несущей конструкцией для стен тоннеля, полов и многотонной массы размещенного на них субстрата. В соответствие с этой нагрузкой рассчитывается толщина стенок и прочность материалов, из которых выполняется фундамент (рис. 40). Кроме того фундамент выполняет функцию своеобразного поддона в который нагнетается воздух мощным вентилятором под давлением порядка 2000 Па, необходимый для аэрации массы заложенного на решетчатый пол тоннеля субстрата. Пол фундамента должен иметь небольшой уклон, для стока выделяющейся из компоста влаги в канализационное отверстие.

Чтобы поддерживать в тоннеле необходимые температурные параметры, стены выполняются из материалов, коэффициент теплопроводности которых соответствует стене в два кирпича. Внутренняя поверхность стен, непосредственно соприкасающаяся

с компостом, облицовывается металлом – листовой сталью с нержавеющей покрытием или пищевым алюминием.



Рис. 40 Армированный фундамент для тоннелей

На крупных предприятиях проектируется обычно не менее девяти подобных тоннелей. На каждом конце тоннеля имеются двери. Первые, открываются в загрузочный холл или коридор, откуда осуществляется загрузка субстрата фазы 1, вторые – в разгрузочный холл, через который выгружается готовый субстрат фазы 2.

Кроме основных производственных зданий цех включает в себя вспомогательные и административно-бытовые помещения:

1. Агрохимическая лаборатория, которая осуществляет аналитический контроль состава исходных компонентов и субстрата фазы 1, а также субстратов фазы 2 и 3. Анализы выполняются в соответствии с ГОСТами «Удобрения органические» Определение азота общего – ГОСТ № 26715-85, Определение азота аммонийного ГОСТ №26716-85, Определение влажности ГОСТ №26713-85, Определение зольности ГОСТ № 26714.

2. Склад, оборудованный холодильным оборудованием для хранения мицелия, используемого для засева субстрата фазы 3.

3. Офисные помещения; комплекс гардеробных с душевыми; прачечная с сушкой, оснащенная необходимым комплектом оборудования; комната отдыха и приема пищи.

Для уборки помещений предусмотрены кладовые уборочного инвентаря и уборочной техники.

Процесс термической обработки субстрата в тоннеле необходим для того, чтобы создать в нем условия для развития полезных для шампиньонов микроорганизмов и уничтожить возбудителей болезней и вредителей, а также освободить субстрат от продуктов, выделяющихся при созревании компостной массы. При ферментации субстрата, как в буртах, так и в бункерах это не достигается, потому что компост, в верхней части всегда остается холодным и в ней сохраняются вредные организмы. Для загрузки тоннелей используются специальные машины импортного производства, так называемые кассетники (рис. 41).



Рис. 41 Кассетник

При загрузке ими субстрат разрыхляется и укладывается на пол равномерным слоем толщиной до 2,8 м. Подача воздуха вентиляционной установкой снизу через полы, оборудованные специальными отверстиями, создают условия для дыхания микробов. Благодаря активной деятельности последних, субстрат вновь разогревается. Если биологического тепла не хватает, в тоннель подают подогретый воздух. В процессе пастеризации происходит потеря массы. Из 30 т субстрата фазы 1, получается примерно 20 т субстрата фазы 2 (Сафрай, Карпов, 2003). Процессы фазы 2 происходят в тоннеле, при строгом контроле таких параметров, как температура и содержание углекислого газа и сероводорода. Он происходит в автоматическом режиме и передается с датчиков на компьютер, осуществляющий управление процессом.

Порядок приготовления субстрата фазы 2 включает в себя следующие этапы:

1. Выравнивание температуры в массе субстрата до  $45^{\circ}\text{C}$ .
2. Подъем температуры до  $+58\text{-}+59^{\circ}\text{C}$  со скоростью  $1,5^{\circ}\text{C}$  в час.
3. Пастеризация в течение 8 часов при температуре  $+58\text{-}+59^{\circ}\text{C}$ .
4. Снижение температуры до  $+48\text{-}+49^{\circ}\text{C}$  со скоростью  $1,5^{\circ}\text{C}$  в час.
5. Кондиционирование – не менее 72 часов при температуре  $48\text{-}49^{\circ}\text{C}$ .
6. Охлаждение субстрата до  $+24^{\circ}\text{C}$ .

Субстрат фазы 2 должен иметь следующие агрохимические характеристики:

- влажность – 72-75%;
- рН – 7,2-7,6
- Норг – 2,1-2,5%;
- $\text{NH}_4$  – 0,0-0,1%;
- зольность – 22-28;
- C/N – 16-18.

## Приготовление субстрата фазы 2 в камерах пастеризации

На небольших предприятиях, где отсутствует механизация, используют небольшие самодельные камеры, сооружение которых не требует больших затрат.

Для строительства камеры термической обработки или пастеризации выбирают место, к которому может легко подъехать транспортное средство. Перед камерой следует предусмотреть небольшую площадку с твердым покрытием, на которую будут выгружать готовый субстрат. За камерой или в стороне от нее предусматривают небольшое машинное отделение, в котором монтируют вентилятор, воздухопроводы и распределительный электрический щит. Необходимо предусмотреть отдельное помещение для дежурного оператора.

Можно использовать также имеющиеся в наличии помещения, которые после соответствующей реконструкции превращают в термические камеры. В камере оборудуются герметически закрывающиеся двери, решетчатый пол и соответствующая вентиляционная установка.

Минимальная вместимость небольшой камеры составляет 8-10 т сырого субстрата фазы 1 с содержанием влаги в среднем около 70%. Если количество субстрата меньше, то очень трудно, а в холодные сезоны даже невозможно поддерживать температурный режим в компостной массе. Если камера большей емкости, то ее нельзя загружать вручную, так как из нее нельзя также выгрузить субстрат за один рабочий день. Поэтому при ручной загрузке максимальное количество субстрата может составлять порядка 30 т.

Толщина слоя субстрата в момент загрузки может варьировать от 1,2 до 2 м в зависимости от его структуры и влагосодержания. Следовательно, максимальное количество субстрата, которое можно загрузить в камеру, составляет 1 т/м<sup>2</sup> пола. Однако при проектировании новой камеры лучше предусматривать 750 кг сырого субстрата на 1 м<sup>2</sup> пола, что обеспечивает небольшой резерв.

Наиболее удобной для эксплуатации является камера шириной 3-4 м. Длина ее зависит от количества субстрата, которое подвергается обработке. Минимальная высота от пола до потолка должна быть 2,5-3 м, деревянную или металлическую решетку следует монтировать на расстоянии 40-50 см от пола.

В камеру площадью 18 м<sup>2</sup> (3 х 6 м) можно загрузить 15-18 т сырого субстрата, из которого получают примерно 13-14 т термически обработанного субстрата. В камеру шириной 4 м и длиной 7 м (28 м) загружают 20-28 т сырого субстрата и получают 16-20 т готового субстрата.

В качестве примера, который позволяет понять принципы термической обработки, рассмотрим устройство небольшой камеры производительностью до 20 т субстрата. Такие камеры широко использовались в Болгарии на небольших фермах в 80-е годы XX в. (Ранчева, 1990). Устройство больших, современных тоннелей основано на тех же принципах.

Важным условием нормального протекания процесса пастеризации является хорошая теплоизоляция камеры. В камере пастеризации должна быть электропроводка и освещение. Для эксплуатации вентилятора необходим трехфазный электрический ток. В камере не следует делать искусственного освещения. Когда в ней работают, достаточно бывает открыть двери. Если необходимо работать в камере ночью, можно использовать переносную электрическую лампу.

Опыт показывает, что если в термической камере с хорошей тепло- и влаго-изоляцией используют качественный сырой субстрат, то весь процесс термической обработки может протекать нормально без дополнительного подогрева, т. е. только с помощью образующегося при ферментации биотепла. В некоторые холодные сезоны или при работе с недостаточно активным субстратом, процесс его разогрева можно ускорить с помощью электронагревателя. Например, вмонтированный в нагнетательный воздуховод нагреватель мощностью от 6 до 9 кВт обеспечивает разогрев сырого субстрата в камере емкостью 15-25 т.

На расстоянии 40-50 см от пола оборудуют дополнительную решетку. Ее изготавливают из сосновых брусьев или досок. Можно с успехом использовать и бетонные брусья, железобетонные балки и специально изготовленные брусья трапециевидного сечения. Общая площадь отверстий должна составлять 20-25% площади пола. Чтобы субстрат не падал под решетку, щели должны быть не шире 1,5-2 см. Решетка должна быть достаточно прочной для того, чтобы выдержать массу субстрата.

Двери камеры пастеризации должны быть герметичными, тепло- и паро-изолированными, облицованными нержавеющей кровельной жстью. С внутренней стороны дверной коробки монтируют два вертикальных паза п-образного сечения, в которые вставляют доски. Таким образом, между дверью и массой субстрата образуется деревянный щит.

Камера должна быть оборудована двумя вентиляторами – одним для основной вентиляции мощностью 250 м<sup>3</sup>/ч на 1 т сырого субстрата и вторым – мощностью 500-1500 м<sup>3</sup>/ч для обеспечения охраны труда во время загрузки камеры субстратом. Воздуховоды лучше всего изготовить из нержавеющей или оцинкованной жести в герметическом исполнении. Снаружи их нужно теплоизолировать утеплителем и пожарно-безопасной штукатуркой.

Воздуховод для подачи свежего воздуха должен быть оборудован противопыльным фильтром и дополнительно биологическим фильтром.

В воздуховодах монтируют клапаны или задвижки, с помощью которых регулируется приток наружного и рециркуляционного воздуха. Можно использовать и один клапан комбинированного действия.

Шахта вытяжной вентиляции располагается в стене камеры противоположно вентиляционной установке и служит для отвода воздуха. При создании в камере избыточного давления, т. е. когда в нее подается наружный воздух, шахту вытяжной вентиляции можно оборудовать предохранительным клапаном или

жалюзийной заслонкой, которая препятствует засасыванию воздуха внутрь камеры.

В отдельных местах, например, в стене со стороны машинного помещения, на расстоянии 80 см от решетчатого пола делают два отверстия - одно достаточно широкое для отбора проб субстрата, а другое для введения дистанционного термометра. Во время термической обработки эти отверстия закрывают специально вмонтированными заглушками. Открывают их лишь в случае необходимости.

Машинное помещение размещают непосредственно возле камеры. В нем монтируют вентиляционную установку, а также резервный агрегат. Его стены, пол и потолок желательно обеспечить теплоизоляцией, подобно камере. Это сократит потери тепла субстрата через воздухопроводы и вентиляторы.

В машинном помещении необходимо поддерживать чистоту, периодически мыть пол, который лучше всего делать бетонным. Процесс пастеризации и кондиционирования в камере идет по той же схеме, что и в тоннеле с тем отличием, что его контроль не осуществляется датчиками в автоматическом режиме, т.е. технолог должен постоянно следить за температурным режимом и регулировать его.

### **Производство субстрата фазы 3**

До недавнего времени большинство предприятий, специализирующихся на производстве шампиньонов, работало на субстрате фазы 2. Главным недостатком его использования является то, что на прорастание мицелия в субстрат требуется не менее двух недель, что существенно удлиняет производственный цикл. Если при работе на компосте фазы 2 он составляет порядка 63 дней, то при использовании субстрата фазы 3 он сокращается до 49 дней (Сафрай, 2013). Кроме того на компосте фазы 2 исключается механизация нанесения покровной почвы, а это очень трудоемкий



процесс. Поэтому современные предприятия работают на субстрате фазы-3.

Процесс производства субстрата фазы-3 предполагает еще одно звено в технологической цепочке. Субстрат фазы-2 выгружается на передвижной транспортер, с помощью которого он подается на загрузочную кассету. Кассета в это время может быть установлена перед любым из девяти тоннелей для загрузки. Конструкция загрузочной кассеты с выдвижными секциями позволяет равномерно загружать субстрат на всю длину тоннеля.

Загрузка мицелия в тоннели осуществляется с помощью дозатора мицелия. Норма внесения мицелия составляет 7-8 л (4,5-5,1 кг) на тонну субстрата фазы 2. В тоннеле с помощью климатических установок создаются оптимальные условия для роста мицелия во всей массе субстрата (рис. 42).



Рис. 42 Субстрат фазы 3 в тоннеле

Субстрат заращивается в тоннеле при температуре  $+24-+25^{\circ}\text{C}$  в течение 17 суток. Для успешного проращивания мицелия удельная подача воздуха в тоннель должна быть не менее  $200\text{ м}^3/\text{час}$  на 1 тонну субстрата. Температура воздуха в тоннеле регулируется подачей свежего воздуха путем подмешивания к рециркуляционному воздуху. При необходимости применяется охлаждение подаваемого воздуха с помощью климатической системы. Потери массы субстрата за период проращивания составляют около 10%.

Готовый субстрат фазы-3 должен иметь следующие характеристики:

- влажность – 62-65%;
- pH – 6,0-6,5;
- Nорг – 2,3-2,8%;
- $\text{NNH}_4$  – 0,0-0,1%;
- зольность – 25-30;
- C/N – 14-15.

Выгрузка готового субстрата из тоннелей осуществляется с помощью выгрузной гидравлической машины с дальнейшей погрузкой на автотранспорт для транспортировки на корпус выращивания грибов или в специально оборудованные фуры-рефрижераторы для доставки на другие фермы. Оборудование машин должно обеспечивать в субстрате температуру от  $+20^{\circ}$  до  $+25^{\circ}$  потому, что как остывание, так и перегрев могут привести к потере качества.

При выгрузке субстрата фазы 3 на современных предприятиях вносят питательную добавку или белковое удобрение, которое предварительно обрабатывают формалином. Норма внесения составляет 3-5% от веса субстрата. Добавка повышает урожайность и качество грибов. Однако ее внесение сопряжено с определенными рисками. В первую очередь это возможность дополнительного разогрева компоста, а также повышение вероятности его заражения зеленой плесенью триходермой. Поэтому некоторые грибководы отказываются от применения этого удобрения.

## Производство покровного грунта

Одним из важнейших условий получения высоких урожаев шампиньона является использование качественного покровного грунта. Его основу составляет смесь бурого и черного торфа.

Покровный грунт при выращивании шампиньонов обеспечивает условия для образования и роста плодовых тел и создает возможности для управления их количеством и качеством. Покровный грунт это резервуар воды, обеспечивающий развитие грибов. Он защищает компост от пересыхания. Комковатый рельеф покровного слоя позволяет вырастить грибы до максимального веса.

Добыча торфа традиционным фрезерным способом, которая применяется для приготовления на его основе грунтов для теплиц, рассады и т.п. в данной ситуации является не желательной. Это связано с тем, что фрезерование с последующей сушкой в буртах полностью нарушает структуру торфа. Кроме того, длительное выдерживание измельченного торфа в буртах на открытом воздухе ведет к проникновению в него микрофлоры неблагоприятной для развития мицелия шампиньона. Еще одним недостатком фрезерования является то, что фрезой срезается горизонтальный слой, залегающей на одной глубине. В большинстве же болот степень разложения торфа в верхних слоях оказывается более высокой, чем в нижних, что связано с активизацией аэробных микроорганизмов при осушении. Различными также оказываются показатели рН. Поэтому оптимальным способом добычи оказывается экскавация торфа из карьера с соблюдением следующих условий: 1) выемка торфа из карьера должна осуществляться из всей залежи равномерно, а не послойно; 2) недопустимо попадание в торф подстилающей почву породы – песка. В связи с тем, что торф представляет собой рыхлый материал, для работы на карьерах применяются специализированные болотные экскаваторы на гусеничном ходу. Большая ширина гусениц этих машин позволяет им свободно передвигаться по рыхлым и переувлажненным грунтам. Они оснащены обратной

лопатой, позволяющей осуществлять выемку грунта ниже стоянки машины.

Приготовление качественной покровной земли одно из важнейших условий получения высоких урожаев шампиньонов. Основным материалом для ее производства служит торф. Оптимальной композицией является смесь слабо разложившегося бурого и сильно разложившегося черного торфа. Верховой торф быстро впитывает, но плохо удерживает воду, имеет крупные поры рН 3-4, низинный торф напротив медленно впитывает, но хорошо удерживает воду. Он плотный, тяжелый и имеет рН 5-6.

Добытый комковой торф необходимо измельчить до частиц 3-5 см диаметром и смешать с известковым материалом. Им может быть отход сахарного производства дефекаат, выдержанный в течение 1-2 лет. Большие ресурсы этого материала обычно имеются на сахарных заводах. Дефекаат может быть заменен мелом. Количество известковых материалов в покровном грунте может составлять от 10 до 20% от массы торфа. Соотношение определяется показателем рН, который должен составлять 7,2-7,5. В связи с тем, что в разных образцах торфа рН нередко варьирует, необходим контроль этого показателя в каждой партии и соответствующий расчет соотношения компонентов. Готовый продукт должен иметь влажность 75-80 %.

Состав и физические свойства покровного грунта могут оказывать влияние на скорость формирования и размеры плодовых тел. Различают два вида покровного грунта. Первый вид это легкий грунт, содержащий 60% верхового и 40 % низинного торфа. Он способствует быстрому завязыванию легких плодовых тел среднего и мелкого размера. Легкий покровный грунт обладает открытой структурой, обеспечивающей хороший газообмен, но плохо удерживает воду, в связи с чем существует риск замокания границы между компостом и покровным слоем. При малом количестве воды в легком покровном грунте повышается риск образования стромы – плотной пленки из мицелия, препятствующей завязыванию плодовых тел.

Второй вид это тяжелый покровный грунт, содержащий 20% верхового и 80% низинного торфа. Он способствует плавному завязыванию более крупных плодовых тел. Тяжелый покровный грунт обладает высокой влагоудерживающей способностью.

Торф может быть источником попадания в камеру выращивания грибов болезней и вредителей. Однако стерилизовать его нельзя, т.к. важным условием высокой эффективности покровного грунта является наличие в нем бактерий *Pseudomonas putida*. Поэтому на некоторых предприятиях в целях профилактики ограничиваются обработкой торфа 2% раствором формалина. Однако этот прием не является обязательным.

Если предприятие добывающее торф отправляет его на грибоводческие комплексы на дальние расстояния, он должен фасоваться в мешки из плотной полиэтиленовой пленки по 25 л. Такое количество покровной земли необходимо на 0,5 м<sup>2</sup> культуры шампиньона. Кроме того, вес мешков при такой фасовке составляет 27 – 30 кг, что делает их удобными при погрузке и выгрузке. Для фасовки можно использовать различные марки модулей дозирования и фасовки, выпускаемые отечественной промышленностью.

Крупнейшим производителем покровного грунта в Европе является голландская компания «Topterra», которая экспортирует свою продукцию в страны Евросоюза, Австралию и Бразилию. Для российских грибоводов импорт этого продукта оказывается слишком дорогим. В ближнем зарубежье – на Украине покровную землю производит ООО «Грибная родина», в России торфопредприятие ООО «Грибная семья». Однако предприятий, способных обеспечить российское шампиньоноводство качественной покровной землей, в настоящее время нет. Данный сегмент рынка оказывается в настоящее время практически свободным. Его развитие необходимо с точки зрения импортозамещения на грибном рынке России.

В том случае если ближайшие торфодобывающие предприятия расположены на расстоянии более 300 км от грибоводческих комплексов с площадью выращивания более 1 га, а в непосредственной близости имеются разведанные запасы торфа, целесообразна организация подсобных торфодобывающих предприятий на ближайших месторождениях.

Организация собственной добычи торфа имеет ряд больших преимуществ. В первую очередь она позволит получать свежий влажный торф, добываемый путем эскавации, что в итоге обеспечит высокое качество покровного грунта. Кроме того, за счет близости разработок существенно сократятся транспортные расходы и число единиц техники, предназначенной для перевозок.

### **Оборудование культивационных помещений на современных фермах, создаваемых по специальным проектам**

При создании современных предприятий по выращиванию шампиньонов использование различных приспособленных помещений не рекомендуется. Это связано с тем, что производство грибов это высокотехнологичный процесс. Его осуществление обеспечивается большим количеством машин и механизмов, имеющих определенные габариты, которым должны соответствовать параметры производственных корпусов. В связи с этим оптимальным решением является строительство нового здания из современных строительных материалов в соответствии с проектом.

Проекты голландских ферм предполагают строительство зданий модульного (рис. 43), а ирландских – ангарного типа. При строительстве подобных зданий особенно важно учитывать теплоизоляционные свойства материалов, из которых монтируются камеры выращивания. Наиболее подходящим материалом для строительства камер являются: пенобетон, несъемная полистирольная опалубка, сэндвич-панели, укрепленные на металлической конструкции и т.п. (рис. 44, 45).



Рис. 43 Ферма голландского типа



Рис. 44 Металлический каркас здания

Комплекс выращивания и упаковки продукции – главное производственное здание. Его основной частью являются камеры выращивания, количество которых по типовым голландским проектам составляет обычно девять. Однако их может быть и больше или меньше, в зависимости от производительности предприятия. При работе на компосте фазы 3 для безпербойного получения грибов необходимо не менее трех камер. В связи с тем, что плодоношение начинается только на 19-21 день, камеры должны заполняться поочередно, т.е. через каждые 18 дней.



Рис. 45 Сэндвич-панели

В том случае если предприятие работает на привозном компосте площадь выращивания грибов в каждой камере должна быть кратной  $240 \text{ м}^2$ . На этой площади размещается 20 т компоста, т.е. столько, сколько привозит специально оборудованная фура.

Если предприятие само производит субстрат фазы 3, размер камер определяется возможностью оптимального размещения



стеллажей, с учетом передвижения техники и средств малой механизации при сборе, поливе и т.п.

При установке в камере двух рядов стеллажей оптимальная ширина камеры составляет 6,4 м. Это позволяет установить два ряда стеллажей. Ширина полки стеллажа может быть 1,20, 1,34 и 1,40 м, а ширина прохода между стеллажами не менее 1,20 м. Этими показателями определяется ширина камеры выращивания. При двурядном расположении она может быть от 6 до 6,4 м. При механизированной загрузке камер расстояние от торцевой части стеллажей и стеной камеры должно быть не менее 2,5 м. Высота потолков в помещении диктуется высотой стеллажей, которая определяется следующими параметрами.

Стандартный стеллаж имеет расстояние от пола до дна первого яруса – 0,25 м, от дна одного яруса до дна другого – 0,6 м, от дна верхнего яруса до потолка – 1 м. Таким образом, для размещения пяти ярусов стеллажей необходима высота помещения – 3,8 м, а шести ярусов – 4,6 м (Сафрай, 2013). Площадь камер может быть различной. Следует различать общую площадь, определяемую как произведение ее длины на ширину и площадь выращивания, т.е. площадь стеллажей на которой размещается компост (рис.46). Например, при площади выращивания 1000 м<sup>2</sup> длина камеры составит 33,2 м, ширина 12 м, а площадь 411,7 м<sup>2</sup> при высоте потолков 4,6 м.

Следует подчеркнуть, что при разработке типовых проектов, расчет объема камер выращивания делается с большой точностью. Это связано с тем, что без этого невозможно регулировать микроклиматические параметры. Недостаток объема усложняет их регулирование в нужных пределах, а его избыток ведет к лишней нагрузке на оборудование.



Рис. 46 Камера выращивания грибов

Каждая камера оборудуется двумя раздвижными герметизируемыми дверями, расположенными с торцов. Они открываются в коридоры. Первый технологический коридор, через который осуществляется загрузка свежего субстрата и выгрузка отработанного (рис. 47). Его ширина должна обеспечивать работу техники и потому быть не менее десяти метров. Второй коридор обслуживания, предназначенный для вывоза собранной продукции, отходов в виде обрезков грибов и передвижения персонала, осуществляющего уходные работы (рис.48).



Рис. 47 Технологический коридор



Рис. 48 Коридор, предназначенный для обслуживания камер

В рассматриваемом комплексе предусматривается также ряд помещений различного назначения.

Важнейшей частью комплекса, непосредственно связанной с камерами выращивания составляют помещения, предназначенные для оборудования регулирующего климатические параметры. Это котельная, а также климатические установки (рис. 49, 50). Последние обычно размещаются на верхнем этаже здания. Для создания оптимальных условий роста шампиньонов каждая камера оснащается:

- климатической системой;
- системой подачи пара в камеры выращивания;
- системой увлажнения (полива);
- системой отопления камер выращивания;
- системой охлаждения.



Рис. 49 Отопительный котел с паро-образователем



Рис. 50 Система подачи и охлаждения воздуха

Связующим звеном, определяющим слаженную работу всех звеньев этой системы, являются компьютеры позволяющие выдерживать все заданные параметры в автоматическом режиме.

Важным звеном, обеспечивающим процесс выращивания грибов, является помещение для хранения торфа и цех для приготовления покровной земли. Они должны иметь въезды с улицы и в технологический коридор.

Кроме того в комплексе предусматриваются помещения, связанные с готовой продукцией. Это помещение для сортировки, упаковки и быстрого охлаждения грибов, а также холодильники для их хранения. Они должны соединяться с коридором обслуживания и иметь отдельный выход на улицу, предназначенный для отгрузки готовой продукции.

В связи с большим количеством работающих в корпусе также предусматриваются подсобные помещения: гардеробные с душевыми; прачечная с сушкой и с кладовыми чистой и грязной спецодежды; столовая; медпункт оснащенный оборудованием для

проведения предсменного контроля и оказания первой медицинской помощи; кабинеты административных служб (директорат, гл. инженер, бухгалтерия и т.п. Для уборки помещений предусмотрены кладовые уборочного инвентаря и уборочной техники на каждом этаже здания.

### **Загрузка компоста и покровной земли в камеры выращивания**

Загрузка субстрата и покровного материала на полки стеллажей осуществляется с помощью специальной загрузочной машины. Она состоит из двух ленточных транспортеров, один из которых предназначен для дозированной загрузки субстрата из фуры, а второй – покровного грунта (рис. 51, 52). Транспортеры насыпают вышеназванные материалы на приводимую в движение лебедкой сетку, которая протягивает их на стеллажи (рис. 53, 54, 55). Работа транспортеров и лебедки синхронизирована, благодаря чему на каждый м<sup>2</sup> стеллажа укладывается 85-95 кг субстрата, который ложится ровным слоем толщиной 17-20 см в зависимости от плотности, а покровный грунт закрывает его слоем толщиной 5 см. Особенно важно, что при таком способе загрузки покровного грунта его поверхность приобретает комковатый рельеф, позволяющий вырастить большую часть плодовых тел до максимального веса.

Для ускорения разрастания мицелия в покровном грунте и повышения урожайности в настоящее время широко применяют кэкинг – стерильный компост пророщенный мицелием. Промышленный кэкинг – марки CI, производится специализированными предприятиями, в частности фирмой Silvan. Он упаковывается также как посевной мицелий и отпускается примерно по той же цене. Норма внесения кэкинга зависит от плотности покровного слоя и составляет 80-120 г на м<sup>2</sup>. Применение этого материала способствует быстрому разрастанию мицелия в покровной почве.



Рис. 51 Фура для транспортировки субстрата фазы 3



Рис. 52 Транспортеры для загрузки субстрата и покровного грунта



Рис. 53 Лебедка для протягивания сетки



Рис. 54 Стеллажи с натянутой сеткой



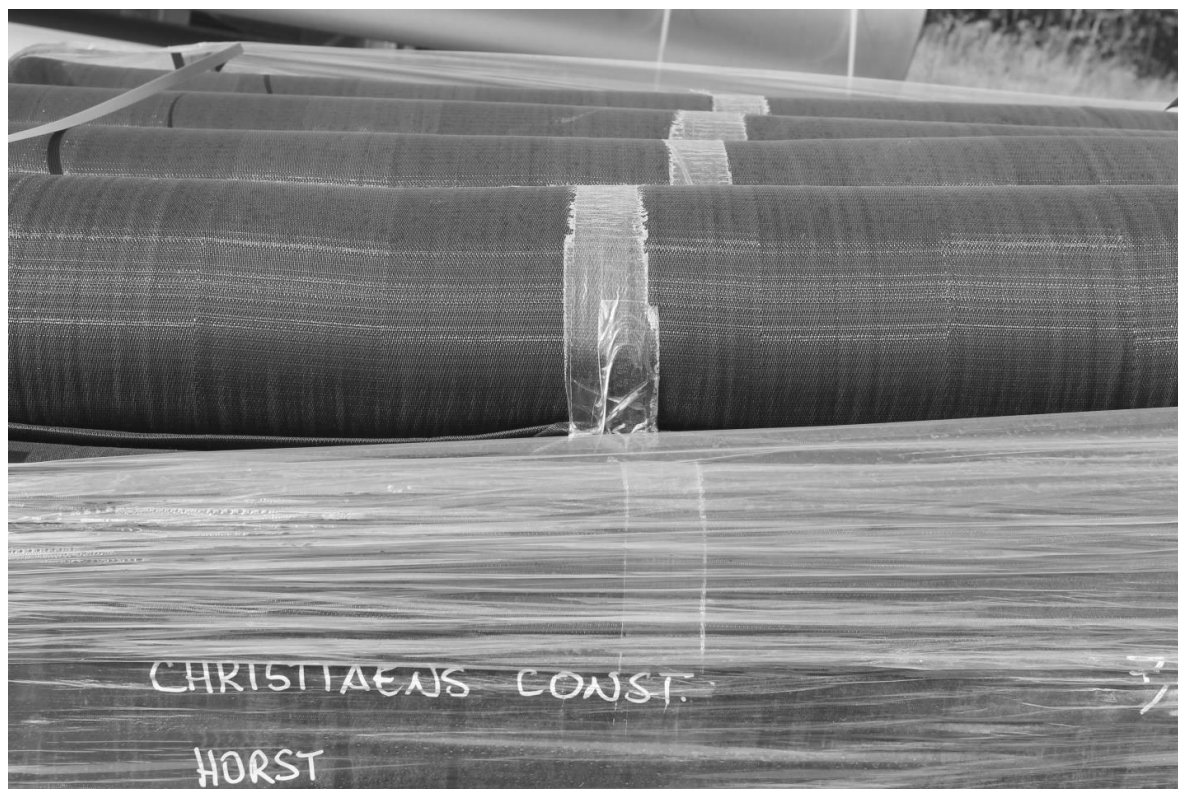


Рис. 55 Сетка в рулонах

Существует два способа внесения кэкинга в покровный грунт. Первый заключается в равномерном рассыпании этого материала на транспортер, подающий покровный грунт. Второй – предполагает перемешивание кэкинга вместе с другими компонентами покровного грунта в смешивающих устройствах.

На небольших фермах его вносят вручную по поверхности покровного грунта с последующим рыхлением, обычно это делается на третий день после нанесения покровной почвы. Как показывает опыт, внесение кэкинга сокращает период прорастания мицелия в покровной почве с 7-9 до 5-7 дней, что способствует равномерному зарастанию мицелием покровного грунта, повышает урожайность грибов на 5-8% и положительно влияет на качественные параметры плодовых тел. В частности грибы формируются менее скучено, имеют примерно одинаковые размеры, в связи с чем необходимость прореживания сокращается до минимума (Сафрай, 2013).

## **Полив**

Формирование урожая грибов находится в тесной зависимости от содержания влаги в компосте и покровной почве. На каждый килограмм плодовых тел расходуется не менее двух литров воды. Для поливов пригодна любая вода, соответствующая ГОСТ. Ее источником может быть артезианская скважина и существующая водопроводная сеть. Небольшое содержание хлорной извести, применяемое при хлорировании, не оказывает вредного влияния на развитие мицелия. Единственным условием является то, чтобы ее температура была не менее  $+12^{\circ}\text{C}$  и не выше  $+15^{\circ}\text{C}$ .

Следует помнить, что как компост, так и покровный грунт не должны заливаться водой. Они должны насыщаться влагой постепенно. Поэтому для полива в камерах выращивания применяются специальные распыляющие влагу устройства. В современных шампиньонницах применяется, так называемое поливочное дерево, представляющее собой систему труб и форсунок, которые распыляют воду. Оно перемещается вдоль стеллажей с заданной скоростью, в зависимости от нормы полива.

### **Схема технологического процесса выращивания шампиньонов**

Компост фазы 3 уложенный на полки стеллажей обычно имеет не высокую влажность (60-64%). Поэтому сразу после укладки его увлажняют в течение 4-6 суток через покровный грунт небольшими дозами из расчета 1-1,5 л воды на  $\text{м}^2$  за один раз, повторяя поливы в течение дня и доводя норму расхода воды до 10-12 л. В связи с тем, что нарушение гиф мицелия при выгрузке компоста фазы 3 из тоннелей и последующей погрузке активизирует обменные процессы, температура компоста на стеллажах может повышаться. Чтобы не допустить перегрева выше

+28<sup>0</sup>С в первые сутки температуру воздуха держат на уровне +15-+16<sup>0</sup> С. На пятые сутки скорость обменных процессов уменьшается и соответственно температура компоста понижается. Тогда температуру воздуха поднимают до +20<sup>0</sup>С, закрывают заслонки свежего воздуха, сводя его движение к минимуму. В результате температура компоста вновь начинает расти. В таком режиме камера находится от одних до полутора суток. При этом мицелий очень активно растет и выходит на поверхность покровного слоя (рис. 56).

Для того, чтобы стимулировать образование зачатков плодовых тел начинают процесс охлаждения компоста путем снижения температуры воздуха. Делают это очень мягко, снижая температуру не резче чем на 0,5<sup>0</sup> в сутки, сочетая это с подачей свежего воздуха. Относительную влажность воздуха держат на уровне 95%. Температура компоста не всегда начинает падать в первые сутки охлаждения. Обычно она снижается лишь на вторые сутки.



Рис. 56 Выход мицелия на поверхность покровного грунта

В дальнейшем температуру воздуха снижают с той же скоростью, доводя ее за четверо суток до  $+18^{\circ}\text{C}$ . Температура компоста падает также медленно. Она снижается с  $+27^{\circ}$ - $+28^{\circ}$  до  $+24^{\circ}$ - $+25^{\circ}$ . На пятые сутки температуру воздуха снижают до  $+15,5^{\circ}$ - $+16^{\circ}\text{C}$ . В результате температура компоста падает до  $+19^{\circ}$ - $+19,5^{\circ}\text{C}$ . Следствием этого, является начало завязывания зачатков плодовых тел.

В течение периода охлаждения так же плавно снижают относительную влажность воздуха и концентрацию углекислого газа в камере. В целом процесс вегетативного роста и завязывания плодовых тел длится 12-15 суток.

За день-два перед началом сбора первой волны делаются небольшие поливы (1-2 л воды на  $1\text{ м}^2$  в сутки). Сбор урожая первой волны длится 6-7 дней. В предпоследний день сбора первой волны делают не большой полив для формирования второй волны из расчета 2-3 л на  $1\text{ м}^2$  в сутки. В первый день, после окончания сбора, дают большой полив с нормой расхода воды 10-12 л на  $1\text{ м}^2$  в сутки. На период между волнами, который составляет 5-6 суток, температуру в камерах поднимают до  $+19^{\circ}$ - $+19,5^{\circ}\text{C}$ . Затем в течение 2-3 суток ее постепенно снижают до  $+17,5^{\circ}$  - $+18^{\circ}\text{C}$ .

Важно чтобы поливы были сделаны на высокой температуре компоста, а не до того как она начала падать. Последний большой полив делают по завязям второй волны в стадии «горошины» Сбор грибов второй волны плодоношения происходит в течение 4-5 суток. (Михайлова, 2013).

После сбора грибов второй волны, бывает еще третья волна, на которую приходится не более 10% урожая. Основной же сбор грибов приходится на две первых волны. На первую приходится 58% урожая, на вторую – 32%. В связи с этим большинство современных предприятий, особенно тех, которые производят компост фазы 3, предпочитают работать только на двух первых волнах, несмотря на некоторые потери урожая. Это связано с тем, что такой график позволяет сократить цикл выращивания шампиньонов на 10 дней и соответственно довести количество

годовых оборотов с 7,9 до 9. Его продолжительность при работе на компосте фазы 3 составляет 49 дней. Соответственно с каждого м<sup>2</sup> получается не 225, а 243 кг грибов, что на 6,5% увеличивает эффективность использования площадей выращивания (Нарижная, 2009).

### **Управление процессом завязывания и качеством плодовых тел**

В процессе выращивания шампиньонов важно получить не просто большой урожай, а большой урожай качественных грибов соответствующих по своим органолептическим свойствам требованиям, предъявляемым стандартами.

Формирование плодовых тел шампиньонов находится в зависимости от следующих факторов: температуры, влажности воздуха и субстрата, а также содержания углекислого газа. Поэтому важнейшим условием получения большого количества высококачественных грибов является регулирование этих показателей с помощью климатических установок и поливов.

Следует помнить, что дружное завязывание большого количества плодовых тел негативно влияет на их качество. Из-за тесноты, плодовые тела деформируются, их ножки вытягиваются, а шляпки не достигают нужных размеров. Кроме того при плотном стоянии грибов активней распространяются болезни и вредители. Сборщицам приходится очень много времени тратить на прореживание.

Сбор грибов приобретает авральный характер, что ведет в первые дни плодоношения к большим перегрузкам работающих. Поэтому появление сразу большого количества завязей не желательно.

Количество одновременного появления завязей можно регулировать с помощью микроклиматических параметров (Михайлова, 2015). Например, скорость снижения температуры субстрата влияет на характер образования зачатков плодовых тел. Чем быстрее оно происходит, тем больше их образуется, чем

медленнее, тем соответственно меньше. Подобная зависимость наблюдается и от фактора влажности. Если относительная влажность воздуха ниже 92%, завязей меньше, если выше – то больше. Поэтому к пятому дню вегетативного роста желательно снизить влажность воздуха до 91%. Концентрация углекислого газа также влияет на характер завязывания плодовых тел. Чем она ниже, тем завязей больше, чем выше, тем соответственно меньше.

Для того чтобы процесс формирования плодовых тел шел правильно на 6-10 день продолжают процесс охлаждения. К десятому дню температура воздуха в помещении должна составлять  $+17,5^{\circ}$ - $+18^{\circ}$  С, а компост должен быть охлажден до  $+19^{\circ}$  -  $+20^{\circ}$ С соответственно. Охлаждение на 7-8 день может вызвать конденсацию влаги и осаждение капелек воды на шляпки грибов, что совершенно не допустимо. Для этого повышают скорость движения воздуха. Влажность воздуха снижают до 90-91%, а содержание углекислого газа до 1500 ppm. К 10-11 дню климатические параметры настраивают на соответствие генеративной фазе или фазе роста плодовых тел. Влажность воздуха снижают до 88-89%, а содержание углекислого газа до 1200-1400 ppm.

Регулирование указанных параметров определяется скоростью работы вентиляционной установки. Увеличение скорости работы вентиляторов должно быть плавным, резкое увеличение количества оборотов вентилятора может привести к подсушиванию завязей.

### **Организация сбора грибов**

Важнейшим условием эффективной работы предприятия производящего шампиньоны является правильная организация сбора грибов, от чего во многом зависит их количество и качество. Это звено технологического цикла, которое предполагает максимальное использование ручного труда. Попытки механизми-

ровать этот процесс на современном этапе развития техники не увенчались успехом, т.к. машинный сбор оказывает негативное влияние на качество продукции. Поэтому в процессе сбора используются средства малой механизации. На нижних ярусах это специальные передвижные сиденья со столиками, на которых закреплены коробки для сбора грибов и отходов (рис. 57). Для сбора на верхних ярусах используются устройства, перемещающиеся вдоль стеллажей с помощью лебедок, также оборудованных сиденьями и столиками.



Рис. 57 Сбор грибов на нижних ярусах

Плодовые тела достигают технической спелости, когда диаметр их шляпок достигает 3-5 см, а края шляпки еще плотно прилегают к ножке. Раскрывание шляпки и созревание спор на пластинках не допускается (ТУ «Грибы шампиньоны...», 1990).

Эффективность ручного сбора зависит от его правильной организации, которую осуществляет технолог по сбору. Под его руководством работают сборщицы, число которых определяется

площадью выращивания. Согласно существующих нормативов одна сборщица обслуживает 50 м<sup>2</sup> полок, собирая 25-30 кг грибов в час. Грибы аккуратно выкручиваются, после чего их ножки ровно подрезаются специальными ножами на длину 1,5-2 см (рис. 58). Грибы одинакового размера в соответствии с шаблоном (рис. 59) сразу фасуют в коробки шляпками вверх. Обрезки помещаются в специальную упаковку и выносятся из камеры выращивания. Сбор первых грибов начинается тогда, когда в процессе завязывания появляются первые грибы, так называемые «принципиальные грибы» или выскочки. Опережая развитие основной массы плодовых тел, они быстро растут и достигают нередко очень крупных, превышающих стандарты размеров, забирая много питательных веществ и снижая урожайность (рис. 60, 61).



Рис. 58 Ножи для срезки грибов



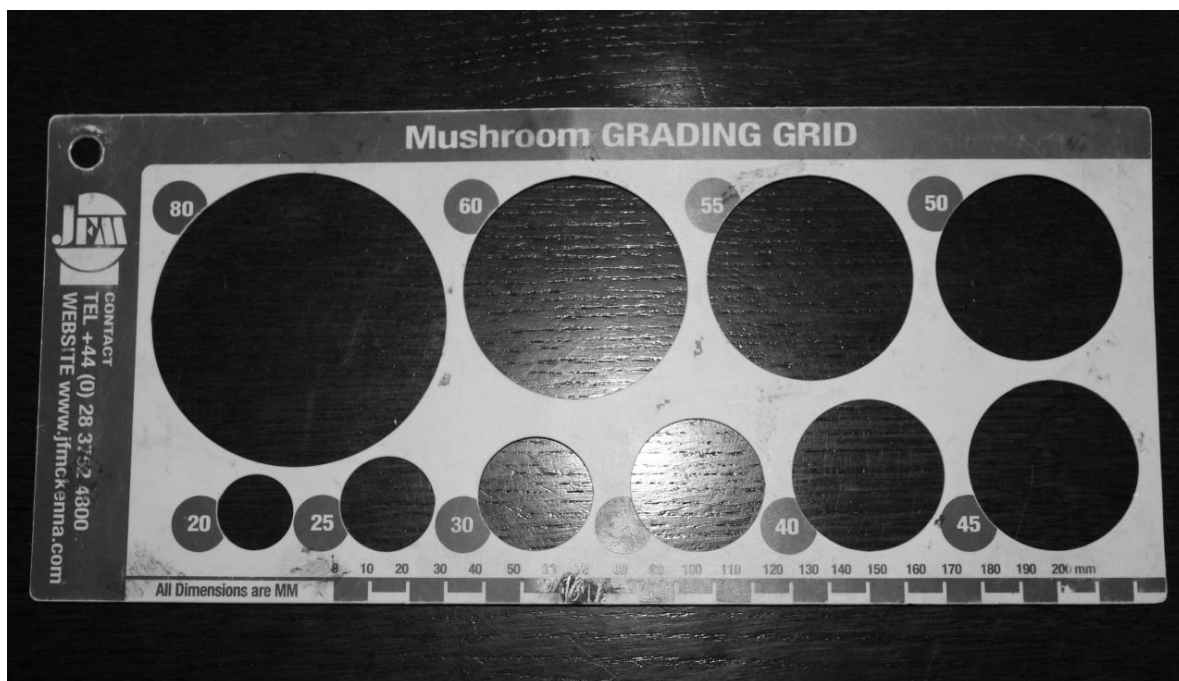


Рис. 59 Шаблоны для контроля размеров грибов

Когда большая часть грибов достигает товарных размеров, начинается массовый сбор (рис. 62). Первые два дня сборщицы осуществляют прореживание. В ходе его удаляются наиболее слабые мелкие плодовые тела диаметром до 1 см грибы, которые расположены по периферии кучек более сильных активно растущих грибов. Мелкие грибы фасуют в отдельные коробки и реализуют отдельно. Чаще их направляют в качестве сырья на предприятия для изготовления консервов (рис. 63).

Следующие два дня собирают крупные и средние грибы (рис. 64). Их сортируют в упаковки по размеру во время сбора, т.к. чем меньше сборщицы прикасаются к грибам, тем дольше они сохраняют товарный вид. В эти дни собираются самые качественные грибы. В последний день осуществляется зачистка, т.е. убираются все грибы не зависимо от размера (рис. 65).

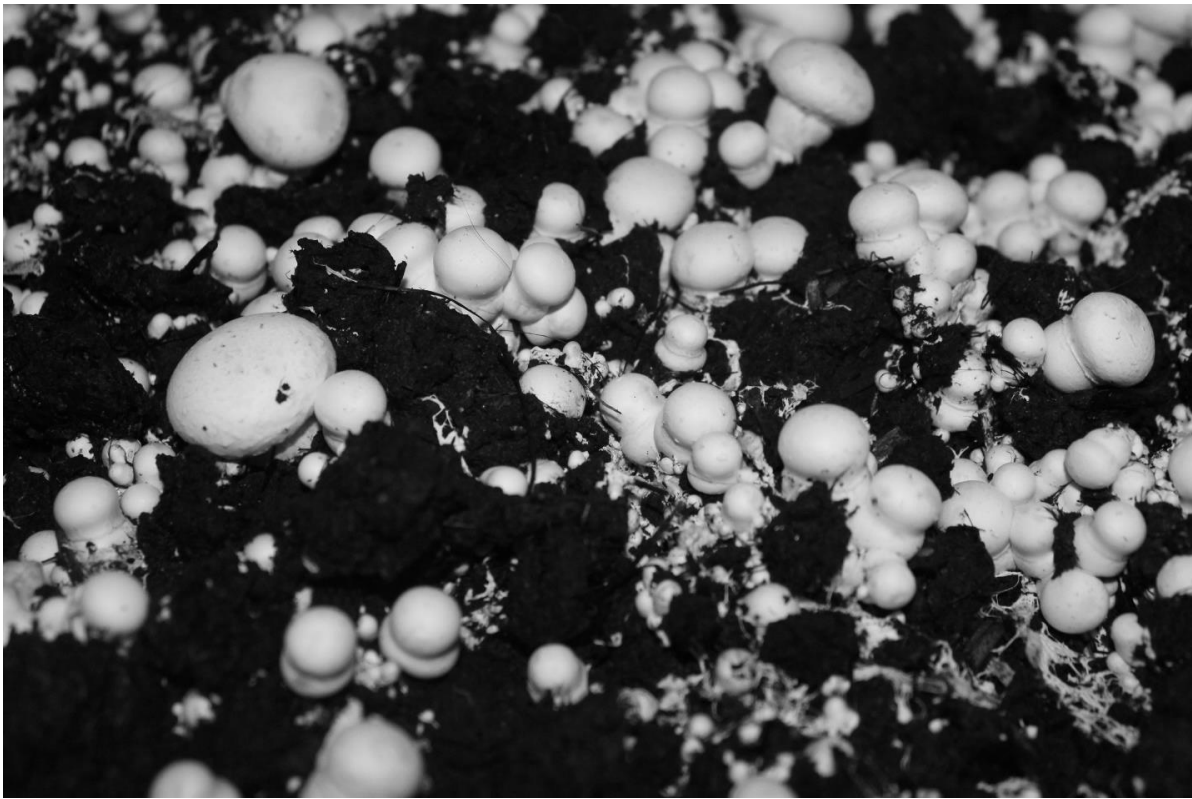


Рис. 60 Завязывание первых плодовых



Рис. 61 Переросшие «принципиальные» грибы



Рис. 62 Развитие грибов перед первым массовым сбором



Рис. 63 Мелкие грибы, собранные в результате прореживания

В связи с тем, что плодовые тела грибов растут очень быстро, применяется так называемый селективный сбор, в ходе которого сборщицы проходят закрепленные за ними полки не менее двух раз в день. С утра собирают самые крупные грибы, средние оставляют на послеобеденное время, а мелкие, которые за ночь должны подрасти на следующий день.



Рис. 64 Крупные грибы

Собранные и упакованные в коробки грибы перевозятся на склад готовой продукции грузчиками. Грибы последних дней сбора, имеющие разный размер, направляются на сортировку и фасовку. После этого их вместе с уже расфасованными грибами, отправляют в шокер – установку для быстрого охлаждения до температуры  $+2^{\circ}\text{C}$  (рис. 66). Необходимость этого приема диктуется тем, что при постепенном охлаждении грибы в обычном холодильнике продолжают еще дышать, что может привести к раскрытию шляпки и отклонениям от установленных стандартов. Кроме того, благодаря шоковому охлаждению,

грибы в холодильных камерах при температуре от +1 до +5<sup>0</sup> С могут сохраняться 7 дней, а без него всего 3 дня.



Рис. 65 Грибы последнего сбора



Рис. 66 Ящики с грибами в камере шокового охлаждения

Сортировка и упаковка грибов – один из важнейших моментов, позволяющих реализовать их по максимальной цене. Поэтому правильная организация этой части технологической цепочки имеет большое значение. В нашей стране действует стандарт РСТ 608-79. В нем нет разделения шампиньонов на сорта и нет требований, определяющих их сортировку. Указаны только такие параметры, как минимальные размеры – 1,5 см, количество грибов с повреждениями поверхности – 20% и количество грибов с пятнами – 2%. Такой усредненный подход не позволяет реализовать лучшие грибы по более высокой цене. Кроме того он создает большие неудобства потребителю, т.к. грибы разного размера и разной технической спелости предполагают различное использование в кулинарии. Поэтому при сортировке грибов и их реализации в супермаркеты, и особенно на экспорт, крупные производители грибов чаще пользуются Стандартом Еврокомиссии на культивируемые грибы (ЕЭК ООН FFV – 24).

В нем грибы разделяются по цвету – белые и коричневые или кремовые, а также по стадиям развития. К первой стадии развития относятся нераскрывшиеся грибы, у которых края шляпки плотно соединены с ножкой, а пластинки закрыты частным покрывалом; ко второй – открытые грибы у которых края шляпки загнуты внутрь, но покрывало уже отсутствует; к третьей – плоскошляпочные грибы, у которых край шляпки плоский, но еще не вывернутый наружу. Такое деление обусловлено тем, что по мере роста в плодовых телах шампиньонов в них накапливаются вторичные метаболиты, усиливающие вкус и аромат. Поэтому крупные грибы коричневых и кремовых сортов, объединяемых под названием «портабелло» реализуются по самым высоким ценам.

Согласно Стандарту Еврокомиссии, шампиньоны разделяются на три сорта. К высшему сорту относятся грибы одинакового размера, аккуратно подрезанные, хорошо сформировавшиеся без видимых дефектов. К первому сорту относятся грибы

с незначительными дефектами формы и окраски. Допускается примесь 10% грибов второго сорта и 1% грибов с признаками деградации. Ко второму сорту относятся грибы с незначительными дефектами формы и окраски и до 2% грибов с признаками деградации.

Грибы высшего сорта, отбираются и укладываются в тару при сборе. Они помещаются в пенопластовые поддоны в небольшом количестве, потребном для приготовления одной или нескольких порций грибных блюд. Если же все-таки предусматривается перефасовка, в коробки или ящики не следует укладывать более одного ряда грибов. Особенно это касается крупных, самых дорогих грибов. Они фасуются обычно порционно по 2-3 штуки. Их укладывают шляпками вверх. Эти грибы должны быть одного размера, ножки у них должны быть подрезаны под самую шляпку. Следует помнить, к данной группе относятся еще не переросшие грибы с красновато-коричневыми, но не темно-коричневыми от спор пластинками и чисто белой не побуревшей мякотью.

При сортировке в одну тару укладывают очень мелкие грибы с диаметром шляпок от 1,5 до 2,5 см, в другую мелкие – диаметром 2,6-3,5 см, в третью средние – диаметром 3,6-4 см, в четвертую крупные – диаметром 4,6-5 см и в пятую очень крупные порционные – диаметром более 5 см. Если в одной таре находятся грибы, размеры которых отличаются более чем на 1 см, упаковка смотрится не аккуратно. Грибы в упаковке или ящике должны быть уложены шляпками вверх, за исключением очень мелких грибов, которые обычно не укладываются.

Ножка грибов любого размера должна быть ровно подрезана, косые срезы не допускаются. Длина ножки определяется шаблоном, которым служит ширина лезвия ножа сборщиц и составляет 2-2,5 см. На шляпках не должно быть частиц покровной почвы, которая очень портит их внешний вид (Михайлова, 2014). Упаковка грибов высшего сорта производится обычно в пенопластовые поддоны и перфорированную пленку с помощью специальной машины (рис. 67).

Перфорация производится изнутри наружу, поэтому она не травмирует продукт. Прозрачная пленка дает хорошо рассмотреть грибы, а окрашенный черный, зеленый или синий контейнер подчеркивает их белизну и скрывает не эстетические места среза (рис. 68).

Склад готовой продукции имеет отдельный выход на улицу, через который упакованные грибы отгружаются потребителю (рис. 69).



Рис. 67 Машина для упаковки грибов в перфорированную пленку





Рис. 68 Грибы, упакованные в пенопластовые поддоны



Рис. 69 Отгрузка готовой продукции

## **Оборудование предприятий по выращиванию шампиньонов в приспособленных зданиях и помещениях**

Создание крупных предприятий специализирующихся на выращивании шампиньонов требует очень больших вложений. Поэтому в нашей стране создавались и создаются небольшие фермы. Некоторые из них работают достаточно эффективно.

Оборудовать шампиньонницу – помещение для выращивания грибов можно в неиспользуемом по назначению птичнике, свиарнике, овощехранилище (Егизарян, 1985).

Всегда отдают предпочтение помещениям с гладким бетонным полом. Желательно, чтобы шампиньонница имела гладко оштукатуренные стены и перекрытия, что облегчает проведение ее дезинфекции. Необходима канализация для отвода сточных вод в специальную емкость; не допускается их растекание в районе шампиньонницы. Шампиньонница должна быть обеспечена чистой водопроводной водой. Если нет водопровода, то воду можно доставлять в цистернах и наливать ее в чистые продезинфицированные емкости. Необходимы также установки для подогрева воды.

Все шампиньонницы электрифицируют влагонепроницаемой электропроводкой, а переносные лампы питают током низкого напряжения – 24-36 В.

Обычно шампиньонницы оборудуют стеллажами, но допускается и размещением гряд на полу. Напольные гряды успешно используют в овощехранилищах, где шампиньоны выращивают в период с мая до конца сентября, т.е. до закладки овощей на хранение, а также в подземных горных выработках (Афанасьев и др., 1991).

Стеллажи оборудуют одинарные или двойные. Одинарный стеллаж обычно размещают у стены. Оптимальная ширина стеллажа составляет 70-80 см. Более широкий стеллаж затрудняет уходные работы и сбор урожая.

Двойной стеллаж имеет ширину 120-140 см.

Минимальное расстояние между ярусами в одном стеллаже составляет 60 см, первый ярус расположен на высоте 30 см от пола. Даже если нижний ярус размещен на полу, второй ярус располагают в 90 см от пола. Это облегчает обслуживание первого яруса.

Легче всего обслуживать трехъярусные стеллажи, но допускается устройство 4-5 и даже 6-ярусных стеллажей, если помещение имеет высокие потолки. Минимальное расстояние от верхнего яруса стеллажа до потолка шампиньонницы составляет 1 м. Вид и количество стеллажей зависит от условий в помещении, которое используют как шампиньонницу.

При строительстве специальных помещений для шампиньонницы целесообразно избегать одинарных стеллажей. В шампиньоннице с двумя или четырьмя двойными стеллажами предусматривают боковые проходы шириной 60-70 см (вдоль стен) и главные проходы шириной 80-100 см между каждыми двумя стеллажами. Двери должны быть расположены против главного прохода. Регистры водяного отопления монтируют в боковых проходах.

Длина стеллажей зависит от длины шампиньонницы. Если шампиньонница очень длинная, то продольные стеллажи следует пересекать проходами хотя бы через каждые 10 м.

Стеллажи из металлических конструкций используют многократно. Дно стеллажей изготавливают из различных материалов – пластика, кровельного железа, листового шифера и т. п. Если используются доски, то они применяются однократно. При выборе материала для стеллажей и типа конструкции обычно учитывают, чтобы на каждый м<sup>2</sup> полезной площади приходилось примерно 150 кг субстрата и покровного материала.

Пригодные для культуры шампиньонов помещения, которые отапливаются различными отопительными приборами, следует обязательно оснащать устройствами для рециркуляции воздуха. С их помощью выравнивают перепады температуры воздуха в шампиньоннице и обеспечивают равномерное развитие

шампиньонов. В противном случае начало плодоношения на нижних ярусах опаздывает более чем на 2 недели по сравнению с началом плодоношения на верхних ярусах.

Для размещения на стеллажах компост фазы 2 фасуют в полиэтиленовые мешки. После того как они расставлены в шампиньоннице, ее немедленно очищают от частиц субстрата и моют проходы. Субстрат следует предохранять от попадания посторонних частиц. Поэтому, независимо от предварительной дезинфекции, не рекомендуется подметать шампиньонницу без увлажнения. Пол всегда подметают после его увлажнения из лейки или из шланга.

Шампиньон двуспоровый требует поддержания температуры от  $+22^{\circ}$  -  $+26^{\circ}$ С. Субстрат при выгрузке из камеры пастеризации имеет температуру  $+25^{\circ}$  -  $+30^{\circ}$ С. Если посадку мицелия и наполнение мешков выполняет машина и наполненные мешки сразу же транспортируют, субстрат сохраняет температуру около  $+20^{\circ}$  -  $+22^{\circ}$ С. При ручной, а, следовательно, медленной выгрузке субстрата из камеры пастеризации, особенно в холодные сезоны года, субстрат часто охлаждается до  $+12^{\circ}$  -  $+15^{\circ}$ С и даже до  $+9^{\circ}$  -  $+10^{\circ}$ С. Такое охлаждение субстрата может произойти и в другие сезоны года, если мешки переносят в холодную шампиньонницу. Остывший до  $+9^{\circ}$  -  $+10^{\circ}$ С субстрат в мешках трудно согревается. Поэтому перед загрузкой шампиньонницу следует протопить, повысив температуру до  $+15^{\circ}$  -  $+18^{\circ}$ С. Толщина слоя субстрата в мешке должна составлять 30-40 см.

Посев мицелия или инокуляция обычно осуществляется перед загрузкой в специальном помещении при набивке субстрата в полиэтиленовые мешки. Расход посадочного материала – мицелия составляет 500-700 г на 100 кг субстрата. Посев осуществляют следующим образом. В первую очередь оценивают качество посадочного материала, который обычно реализуют специализированные фирмы в особых полиэтиленовых пакетах емкостью от двух до шести литров. Мицелий, извлеченный из них, должен иметь белый цвет и приятный грибной запах. Пожелтевший мицелий со следами плесени и посторонним

запахом выбраковывают. После этого мицелий аккуратно размывают, не повреждая зерен, на которых он растет, и смешивают с субстратом. Обычно  $2/3$  потребного количества перемешивают равномерно, а  $1/3$  рассыпают по поверхности.

В период прорастания в субстрате мицелий не нуждается в большом количестве воздуха, поэтому шампиньонницу проветривают главным образом для регулирования в ней температуры и влажности воздуха, с этой же целью шампиньонницу оборудуют системой рециркуляции воздуха.

В течение всего периода прорастания мицелия в шампиньоннице следует поддерживать высокую относительную влажность воздуха – примерно 90%. Этим предотвращают высыхание поверхности субстрата. В небольших шампиньонницах повышения влажности воздуха добиваются, поливая водой проходы и опрыскивая стены. Не допускается опрыскивание субстрата.

Субстрат предохраняют от иссушения укрыванием поверхности мешков бумагой или влагопроницаемым укрывным материалом, которые можно увлажнять водой, а при необходимости и обрабатывать пестицидами. Например, при опасности вирусного заболевания укрывной материал опрыскивают слабым 0,2%-ным раствором формалина.

Через 7-10 дней, когда мицелий в основном прорастет, на субстрат осуществляют насыпку покровного грунта. Лучшим материалом для его приготовления является смесь бурого мохового торфа с черным низинным торфом, который нейтрализуют размолотым мелом или отходом производства сахара дефекатом. На пять частей торфяной смеси используют 1-2 части известкового материала, в зависимости от pH торфа. Покровный грунт наносят на поверхность субстрата слоем толщиной 3-5 см, после чего его регулярно увлажняют.

Через 3-4 дня температуру постепенно снижают до  $+15^{\circ}$ - $+17^{\circ}$  С. Следует помнить, что при более высокой температуре плодовые тела не образуются. Вместо них развивается так называемая строма – покров из гиф на поверхности субстрата.

Появление зачатков плодовых тел наблюдается обычно на 20-27 день после посадки мицелия. Следует помнить, что для их нормального развития необходим свежий воздух, в связи с чем шампиньонница должна регулярно проветриваться с помощью приточно-вытяжной вентиляции. Плодоношение шампиньонов обычно происходит волнообразно. Первая – обычно самая мощная волна – имеет продолжительность 5-7 дней.

После ее завершения удаляют все недоразвившееся плодовые тела, и обильно увлажняют покровный грунт и субстрат. Когда появляются зачатки плодовых тел второй волны, полив прекращают. Третья волна наблюдается через такой же интервал времени, но она бывает менее обильной.

Если в шампиньонницах современного типа распределение урожая по волнам распределяется всегда по одной схеме, в приспособленных помещениях, где нет постоянного автоматизированного контроля за микроклиматическими параметрами, этот порядок может нарушаться. Урожай между первой и второй волнами может распределяться почти пропорционально, а на третью волну может приходиться не 10%, а 15-20% урожая. При сборе и сортировке грибов на небольших предприятиях следует руководствоваться теми же принципами, что и на предприятиях современного типа.

Урожайность шампиньонов в приспособленных помещениях обычно не превышает 20 кг с м<sup>2</sup>. Однако, как показывает опыт, в случае использования для приготовления субстрата высококачественного конского навоза она может достигать и 25 кг с м<sup>2</sup>. В связи с тем, что на предприятиях подобного типа используется субстрат фазы 2 и работают на трех волнах цикл выращивания грибов на них существенно удлиняется. Отсутствие специальных дорогостоящих систем охлаждения воздуха, делает крайне рискованным выращивать грибы в летнее время. Поэтому на подобных предприятиях удастся делать всего четыре – максимум пять оборотов культуры. Все это ведет к возрастанию себестоимости грибов и делает их производство в итоге не рентабельным.

## Болезни и вредители шампиньонов

Шампиньоны по сравнению с другими культивируемыми грибами в наибольшей степени страдают от вредителей и болезней. Это определяет необходимость разработки на предприятии системы мер борьбы с ними и системы профилактических мероприятий. В первую очередь сборщицы должны уметь распознавать признаки поражения болезнями компоста, покровного грунта и плодовых тел. Остановимся на характеристике их возбудителей.

Среди вредных организмов, которые могут оказать негативное влияние на шампиньоны в процессе их выращивания в первую очередь следует указать виды микромицетов, объединяемых под общим, используемым в производстве названием плесени. По месту обитания их можно разделить на три группы: плесени-конкуренты, живущие в компосте; плесени-конкуренты, развивающиеся как в компосте, так и в покровном грунте; плесени-паразиты, развивающиеся на мицелии.

Среди плесеней-конкурентов, живущих в компосте, наибольшее значение имеет желтая плесень – *Sepedonium chrisosporium*. Она появляется в виде слабого белого мицелия в компосте на стадии разрастания. Потом ее окраска изменяется. Мицелий становится тускло-желтым, а затем темнеет. Распознать инфекцию можно только в начале второй волны плодоношения шампиньонов. Появление этой плесени приводит к сильному снижению урожайности. Инфекция быстро распространяется и количество зараженных участков увеличивается.

Плесени конкуренты, развивающиеся как в компосте, так и в покровном грунте. Они представлены большим количеством видов. Среди них в первую очередь следует указать белую и бурю гипсовые плесени или гипсовки (*Scopulariopsis fimicola* и *Papulaspora byssina*). Обе плесени начинают развиваться в компосте, а затем переходят в покровный грунт. Мицелий белой гипсовки образует на его поверхности очаги, которые напоминают мокрый гипс. На мицелии этого гриба образуются светло-розовые споры. При созревании они становятся розово-коричнево-

желтыми. Бурая гипсовка образует на поверхности покровного грунта пятна, напоминающие мицелий шампиньона.

К рассматриваемой группе плесеней относятся также зеленые плесени, возбудители которых относятся к родам аспергилл (*Aspergillus*), пеницилл (*Penicillium*), и триходерма (*Trichoderma*). Зеленые плесени обнаруживаются в покровном грунте, но начинают свое развитие в компосте. Эти плесени, хотя и вызываются разными видами микромицетов, имеют похожий внешний вид. В начале развития их мицелий белый, как у шампиньона. Однако через 3-4 дня он покрывается серовато-голубоватым, или голубовато-зеленым налетом, состоящим из массы спор.

Группа плесеней паразитов, развивающихся только при наличии мицелия шампиньона в покровном грунте, представлены четырьмя видами.

Паутинистая плесень (*Cladobotryum dendroides*) появляется на грибах или вокруг них в виде разрастающегося пушистого напоминающего паутину мицелия. По мере его развития, пораженные плесенью грибы начинают менять цвет на светло-коричневый и полностью теряют свои товарные качества.

Микогон или мокрая гниль (*Mycogone pernicicola*) проявляется в появлении уродливых дурно пахнущих плодовых тел или бесформенных ватообразных масс, покрытых белым пушком и капельками коричневой жидкости. Источником заражения является не качественная покровная земля. Развитию инфекции способствует повышенная температура и влажность воздуха и недостаточная вентиляция. Вспышки болезни связывают с попаданием почвы в покровный грунт.

Сухая гниль, или вертициллез вызывается вертициллом грибным (*Verticillium fungicola*). При поражении плодовых тел на ранней стадии развития они приостанавливаются в росте, становятся кожистыми, сухими и покрываются матовым белым мицелием паразитирующего на них вертицилла. При заражении плодовых тел на поздней стадии развития пораженная часть шляпки перестает расти и деформируется. Ножка искривляется и лопается.



Чаще всего источником инфекции является не качественный покровный грунт. Однако она может быть занесена и с грязным инвентарем.

Бактериальная пятнистость вызывается бактерией *Pseudomonas tolaasii*. Она проявляется на молодых и взрослых плодовых телах в виде мелких блестящих ржаво-желтых или коричневых пятен на поверхности шляпки. Распространению заболевания способствуют высокая температура и влажность, недостаточная вентиляция, а также резкие перепады температуры, в результате которых на шляпках происходит конденсация влаги.

Мумификация также вызывается бактериями из рода *Pseudomonas*. Она проявляется в виде сильного уплотнения мякоти плодовых тел, которая на разрезе окрашивается в красно-бурый цвет. Ножки пораженных плодовых тел сильно утолщаются в основании, искривляются и вытягиваются. При появлении первых очагов болезни пораженные участки отделяют от не пораженных канавками. Это препятствует распространению возбудителя болезни в компосте. Пораженные участки не следует увлажнять при поливах. Плодовые тела с признаками болезни немедленно удаляют.

К вредителям шампиньонов в первую очередь относятся многочисленные насекомые-мицетофаги, личинки которых развиваются в плодовых телах и вызывают их червивость. Основной мерой борьбы с ними является изоляция вентиляционных систем противомоскитными сетками и регулярная дезинсекция помещений между культуuroборотами.

## **Система мер защиты от болезней и вредителей на современных предприятиях**

Вспышки перечисленных выше болезней могут не только уменьшить, но и полностью уничтожить весь урожай, что на крупных предприятиях может привести к колоссальным убыткам. Когда на ферме уже зафиксировано появление болезней борьба с ними оказывается сложной, а в определенных случаях и малоэффективной. Поэтому в этой работе главную роль играют профилактические мероприятия, которые решают три основных задачи:

- Не допускать проникновения инфекции извне на территорию шампиньонного комплекса.
- Не допускать распространения инфекции внутри комплекса.
- Оперативно выявлять и уничтожать появившиеся очаги инфекции.

Чтобы предотвратить проникновение инфекции снаружи крайне важно содержать в порядке прилежащую территорию, особенно ту ее часть, где имеются двери в комплекс выращивания. В первую очередь совершенно недопустимо даже кратковременное хранение на ней отхода производства – отработанного компоста, обрезков грибов и бытового мусора, которые должны быстро вывозиться.

Проникновение инфекций на территорию комплекса может быть связано с воздухом, подаваемым в воздуховоды, с техникой, сырьем и материалами, а также с персоналом при несоблюдении гигиенических требований. Разношиками инфекции могут быть грибные комарики и другие насекомые, проникновение которых на территорию предприятия совершенно не допустимо.

Чтобы не допустить проникновения инфекции в комплекс снаружи, необходима система профилактических мер. На воздухозаборках необходимо устанавливать фильтры грубой очистки и фильтры тонкой очистки воздуха с диаметром отверстий не более 2 мкм.

Очень важно организовать мытье и дезинфекцию оборотной тары, т.к. она может служить источником инфекции. Следует оборудовать места для приема использованной тары таким образом, чтобы грязная и чистая тара никак не контактировали. Мытье тары должно проходить в несколько этапов: замачивание в моющем растворе, механическая чистка щетками, дезинфекция, ополаскивание и сушка. Вообще лучше уйти от использования оборотной тары и работать с одноразовой бумажной или новой пластиковой тарой.

Особое внимание должно быть уделено покровному грунту, который как было показано выше, может быть источником инфекции. Поэтому после его укладки на полки сразу проводят дезинфекцию. В настоящее время для этого применяют препарат «Димилин». На второй-третий день покровный грунт поливают другим препаратом «Ширланом», а в последний день перед рыхлением и охлаждением препаратом «Спорогоном». Необходимость использования разных препаратов диктуется тем, что с одной стороны каждый из них действует на разный спектр возбудителей болезней, с другой стороны возбудители могут адаптироваться к одному из препаратов, а применение их в комплексе увеличивает вероятность успеха принятых мер.

Занести инфекцию в камеру выращивания может также обслуживающий ее персонал. Поэтому при входе оборудуются специальные лотки и коврики, пропитанные дезинфицирующим раствором, предназначенные для мытья и чистки обуви. Они должны находиться при входе в каждую камеру. Коврики должны промываться в дезрастворе утром после массового прохода людей и вечером после окончания всех работ. В течение дня необходимо следить, чтобы коврик был влажным и не просыхал (рис. 71).

Все виды работ выполняются персоналом в спецодежде, которая меняется ежедневно и в конце рабочего дня отправляется в стирку в специально оборудованную прачечную. Спецодежду необходимо менять также при переходе из камеры в камеру.

Одноразовые перчатки, в которых работают сборщицы, следует сразу выбрасывать при выходе из камеры.

После окончания работ ежедневно проводится влажная уборка всех помещений, а также дезинфекция оборудования, инструментов и приспособлений.



Рис. 71 Раковина для мытья рук и гигиенический коврик перед входом в камеру выращивания

С правилами гигиены на комплексе должны быть ознакомлены все работающие на нем. Поэтому технологи и бригадиры должны регулярно проводить инструктаж. Кроме того в бытовках и других местах пребывания рабочих должны висеть плакаты, отражающие правила гигиены на комплексе.

Кроме профилактических мер, в камерах выращивания необходима организация системы быстрого реагирования на появление на полках стеллажей тех или иных заболеваний. Поэтому при обнаружении первых признаков болезней следует

принимать экстренные меры. На крупных предприятиях ими занимается специальное санитарное звено.

Пораженные грибы вместе с фрагментами компоста аккуратно извлекаются и помещаются в специальные полиэтиленовые пакеты, которые плотно завязываются и незамедлительно утилизируются. Места распространения инфекций обрабатывают фунгицидами: поваренной солью, формалином или специальными химическими препаратами, такими как циперметрин, пиримифосметил и т.п.

Особо опасным источником различных инфекций и вредителей является отработанный компост, поэтому его выгрузка требует особой ответственности. После сбора последней волны грибов в камеру выращивания подают пар. В результате этого, компост нагревается до  $+70^{\circ}\text{C}$ . При такой температуре, он выдерживается 10-12 часов. Лишь после пропарки с помощью лебедок начинается выгрузка. После этого сетки со стеллажей снимаются и промываются в дезинфицирующем растворе в специальных машинах. В самих камерах также делается уборка, сочетающаяся с дезинфекцией.

Отработанный компост вывозится из технологического коридора в день выгрузки на площадку временного хранения. Она должна находиться на расстоянии не менее 800 м от комплекса выращивания с подветренной стороны.

### **Влияние комплексов по выращиванию шампиньонов на окружающую среду**

Комплексы по выращиванию шампиньонов оказывают негативное влияние на окружающую среду. Наибольший объем выбросов происходит в процессе приготовления субстрата. На этой части технологической цепочки в атмосферу выделяется значительное количество аммиака, сероводорода, двуокиси азота и углекислый газ. При ферментации смеси соломы с куриным пометом выделяются также соединения меркаптанового ряда,

которые даже в ультрамалых концентрациях имеют ощутимый зловонный запах. Углекислый газ выделяется также и из корпуса выращивания, т.к. культура шампиньона интенсивно дышит.

Газообразные выбросы дает и котельная. Если она работает на природном газе, в выбросах преобладает углекислый газ, если же на твердом топливе, к нему присоединяются сажа, окись углерода и другие примеси. В связи с этим при проектировании комплексов по выращиванию шампиньонов должна определяться санитарно защитная зона, отделяющая предприятие от мест постоянного проживания населения. Ее ширина будет зависеть от мощности предприятия и соответственно от объема выбросов.

В связи с тем, что технология выращивания шампиньонов предполагает жесткие гигиенические требования, включающие ежедневные влажные уборки и дезинфекции, на крупных предприятиях образуется значительный объем сточных вод, содержащих моющие средства и вещества, применяемые для дезинфекции. Кроме того достаточно большой объем стоков дает бытовая канализация, т.к. крупные грибоводческие предприятия предполагают высокую численность работающих. Поэтому на предприятии возникает необходимость создания системы канализации, выводящей стоки на существующие очистные сооружения. Если такая возможность отсутствует, на предприятии создается собственная система очистки сточных вод.

Основным видом твердых отходов комплексов по выращиванию шампиньонов является отработанный субстрат. Он представляет собой прекрасное органическое удобрение и вывозится на поля без ущерба для окружающей среды. Вместе с ним вывозится осадок от очистки стоков замачивания соломы, который образуется в корпусе приготовления субстрата фазы 1.

Кроме того на предприятии образуется определенное количество отходов, не связанных с основным производством. Это ве-тошь промасленная образующаяся от деятельности ремонтных служб, которая имеет третий класс опасности. Она сдается на переработку на специализированные предприятия.

Пластмассовая тара, потерявшая потребительские свойства. Периодически по мере накопления в процессе работы сдается на переработку на специализированные предприятия.

Мусор от уборки территории пятого класса опасности. Он ежедневно собирается в контейнер для дальнейшего захоронения на полигоне для ТБО (Нормы технологического проектирования, 10.09.002-04).

### **Утилизация отработанного субстрата**

Отработанный субстрат после выращивания шампиньонов эффективен как органическое удобрение. Он содержит не только перепревший куриный помет и солому, но и не менее 10% торфа с известковым материалом. При внесении в почву он служит не только ценным удобрением, но и мелиорантом, существенно улучшающим ее агрофизические свойства.

В ходе исследований, проводившихся сотрудниками Пензенской государственной сельскохозяйственной академии, было установлено, что внесение отработанного субстрата в почву в дозе 60 т на га улучшает агрофизические свойства почвы и повышает урожайность зерновых культур на 11%. Прибавка урожая овощных культур, в частности, огурцов, составляет 25-40%.

Использование отработанного грибного субстрата в качестве органического удобрения имеет большие преимущества по сравнению с навозом. В связи с тем, что субстрат проходит термическую обработку, в нем исключено присутствие вредителей и патогенных для растений микроорганизмов. Кроме того, в нем не содержится семян сорных растений.

Очень перспективным оказывается применение отработанного субстрата в качестве мульчированного материала. Как показали опыты, урожайность белокочанной капусты при мульчировании возрастает на 9-12 %, пекинской капусты – на 12-14 %, овощного перца – на 8-11 %. Мульчирование снижает теплопроводность почвы, предохраняя ее от перегрева летом и промерзания

зимой. Поэтому оно может быть рекомендовано для зимующих культур – земляники и чеснока. Положительное влияние этот прием оказывает также на приживаемость саженцев плодово-ягодных и декоративных культур.

Определенную перспективу имеет применение отработанного субстрата в качестве компонента рассадного грунта где, он в первую очередь, выполняет роль разрыхлителя.



## Литература

Алексеева К.Л., Мартыненко Л. И. Микробиологический контроль производства зернового мицелия культивируемого шампиньона // Проблемы культивирования съедобных грибов в СССР: Тез. докл. III Всесоюз. совещ. – Пущино: “Путь”. 1991. С. 23-24.

Астапенко В.В., Кутафьева Н.П.. Дополнение к флоре макромицетов Среднего Приангарья. Новости систематики низших растений. 1990. Т.27. С. 48-52.

Афанасьев А.Д., Полтавец С.А., Шапошник Ю.А. Подземные выработки и их использование в грибоводстве // Проблемы культивирования съедобных грибов в СССР: Тез. докл. III Всесоюз. совещ. Пущино. 1991. С. 40-41.

Беглянова М.И. Флора агариковых грибов южной части Красноярского края. Дис. ... канд. биол. наук. Красноярск. 1972.

Беденко Э.П. Макромицеты Белгородской области I. // Новости систематики низших растений. 1979. Т. 16. С. 33-42.

Белякова Г.А., Дьяков Ю.Т., Можина И.А., Фериал М.И. Использование полиморфизма белков для маркирования сортов и гибридов шампиньона // Проблемы культивирования съедобных грибов в СССР: Тез. докл. III Всесоюз. совещ. Пущино. 1991. С. 11.

Бисько Н.А., Бухало А.С., Вассер С.П. Высшие съедобные грибы в глубинной культуре. Киев. 1983.

Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Доклад на III Всероссийском селекционном съезде. Саратов. 1920.

Васильков Б.П. О некоторых разногласиях в международной микологической номенклатуре // Бот. Журнал. 1954. 39. № 3. С. 257-262.

Васильков Б.П. Очерк географического распространения шляпочных грибов в СССР. Москва – Ленинград. 1955.

Васильков Б.П. О виде у шляпочных грибов // Проблема вида в ботанике. Москва-Ленинград. 1958. С. 85-101.

Васильева Л.Н. Агариковые шляпочные грибы (пор. Agaricales) Приморского края. Ленинград. 1973.

Вассер С.П. Флора грибов Украины: Агариковые грибы. Киев. 1980.

Вассер С.П. Агариковые грибы (Agaricaceae (Fr.) Cohn.) Советского Союза. Дис. ... докт. биол. наук. Киев. 1982.

Вассер С.П. Агариковые грибы СССР. Киев. 1985.

Вассер С.П. Семейство Agaricaceae // Низшие растения, грибы и мохообразные советского Дальнего Востока. Базидиомицеты. Ленинград. 1990. Т. 1. С. 118-207.

Вассер, С.П. Флора грибов Украины. Базидиомицеты. Аманитальные грибы. Киев. 1992.

Волкова В.Н., Камзолкина О.В., Козлова М.В., Дьяков Ю.Т. Сравнительная кариология штаммов *Agaricus bisporus* с разными типами жизненного цикла // Микология и фитопатология. 2003. Т. 37. Вып. 1. С. 26-29.

Гарибова Л.В. Физиология питания культурного шампиньона *Agaricus bisporus* Lange. I Углеродное питание // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. 1963. № 4. С. 137-140.

Гарибова Л.В. Биологические особенности различных штаммов культивируемого шампиньона и их связь с урожайностью: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва, 1964-а.

Гарибова Л.В. Физиология питания культурного шампиньона *Agaricus bisporus* Lange Азотное питание // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. Физиология и биохимия растений. 1964-б. № 2. С. 144-157.

Гарибова Л.В. Номенклатура, таксономия и происхождение культивируемого шампиньона // Микология и фитопатология. 1970. Т. 4. Вып. 5 С. 201-208.

Гарибова Л.В., Фролова Е.Н. Некоторые вопросы методики селекции культивируемого шампиньона // Биол. Науки. 1971. № 4. С. 112-116.

Гарибова Л.В., Сафрай А.И. Влияние микрофлоры почвы на плодоношение некоторых видов рода *Agaricus* Fr. emend. Karst // Микология и фитопатология. 1974. Т. 8. Вып. 3. С. 259-264.

Гарибова Л.В. Физиология питания некоторых видов рода *Agaricus* Fr. Emend.Karst. // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. Физиология и биохимия растений. 1975. № 9. С. 78-82.

Головин П.Н. Понятие о виде в микологии. // Проблема вида в ботанике. Москва-Ленинград. 1958. С. 34-68

Грибы шампиньоны свежие культивируемые. Технические условия. Москва. 1990.

Грубе Е.Т., Камзолкина О.В., Дьяков Ю.Т., Сафрай А.И. Исследование хозяйственно-ценных признаков культивируемого шампиньона *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach.// Микология и фитопатология. 1997. Т.31. Вып. 3. С. 26-29.

Дворнина А.А. Компоненты и регулирование процессов при подготовке субстратов для культивирования шампиньона двуспорового и вешенки обыкновенной // Производство высших съедобных грибов в СССР: Тез. докл. II Всесоюз. совещ. Киев. 1985. С. 72-73.

Девочкин Л.А. Шмпиньоны. Москва. 1989.

Десятова О.А. Агарикоидные базидиомицеты Оренбургской области. Дис. ... канд. биол. наук. Москва. 2008. .

Дьяков Ю.Т. Популяционная биология фитопатогенных грибов. Москва.1998.

Егиазарян С.О. Пути использования пустующих помещений под производство грибов // Производство высших съедобных грибов в СССР: Тез. докл. II Всесоюз. совещ. Киев. 1985. С. 41-43.

Иванов А.И. К флоре агариковых грибов Пензенской области. III // Новости сист. низш. раст. Л.: Наука, 1983. Т. 20. С. 76-83.

Иванов А.И. Грибы семейства Agaricaceae в условиях Приволжской возвышенности. // Микология и фитопатология, 1989. Т.23. № 1. С. 28 – 35.

Иванов А.И. Биота макромицетов лесостепи правобережного Поволжья: Дис... докт. биол. наук. Москва, 1992.

Иванов А.И. Плодоношение агарикомицетов (Agaricomycetes) в природных сообществах Пензенской области в связи с циклами солнечной активности и погодными условиями // Микология и фитопатология, 2016. Т.50. Вып.4. С. 219-229

Иванов А.И. Проблемы внутривидовой систематики агарикомицетов (*Agaricomycetes*) // Материалы VIII Всероссийской микологической школы-конференции с международным участием. Концепция вида у грибов: новый взгляд на старые проблемы. – 2017. С. 172 – 178.

Иванов А.И., Блинохватов А.Ф. О роли базидиальных микромицетов в трансформации ультрамикроэлементов в экосистемах I. Биоабсорбция селена // Микология и фитопатология. 2003. Т.37. Вып. 1 С. 70-75.

Иванов А.И., Костычев А.А., Скобанев А.В. Аккумуляция тяжелых металлов и мышьяка базидиомами макромицетов различных эколого-трофических и таксономических групп // Поволжский экологический журнал. 2008. №3. С. 190-199.

Иванов А. И., Москалец П. В. Дикорастущий *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach в условиях лесостепи правобережного Поволжья // Микология и фитопатология. 1996. Т. 30. Вып. 5. С. 18-23

Калякин В. Н. История развития лесного пояса Восточной Европы. Восточно-Европейские леса. Москва. 2004. Т. 1. С. 59-87.

Калмаков П.Ю. Агарикоидные грибы Белорусско-Валдайского поозерья. Дис. ... канд. биол. наук. Санкт-Петербург. 2005.

Камзолкина О.В., Дунаевский Я.Е. Биология грибной клетки: Учебное пособие. Москва. 2015.

Каратыгин И.В., Нездойминого Э.Л., Новожилов Ю.К., Журбенко М.П. Грибы Российской Арктики. Санкт-Петербург. 1999.

Кириллов О.С. Агарикоидные грибы национального парка «Русский север». Дис. ... канд. биол. наук. Москва. 2007.

Клюшников Е.С., Вяткина А.Г., Васильева А.В., Цукерман Р.В. Общие условия культуры шампиньона, грунты, расовый состав, проращивание спор // Ученые записки Московского университета. 1935. Т.4. С. 218-265.

Красная книга Волгоградской области. Т. 2. Растения и грибы. Волгоград. 2006.

Красная книга Республики Калмыкия. Т.2. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения растения и грибы. Элиста. 2014.

Красная книга республики Крым. Симферополь. 2015.

Красная книга Ростовской области: т. 2. Растения и грибы. Изд. 2-е. Ростов-на-Дону. 2014.

Красная книга Тульской области: растения и грибы: официальное издание. Тула. 2010.

Красная книга Чукотского автономного округа. Т.2. Растения. Магадан. 2008.

Курочкин С.А. Макромицеты Тверской области. Дисс.... канд. биол. наук. Санкт-Петербург. 1990.

Лазарева О.Л. Биота агарикоидных макромицетов Ярославской области. Дис. ... канд. биол. наук. Москва. 1998.

Лебедева Л.А., Опыт разведения шампиньонов в Ботаническом институте им. В.Л. Комарова АН СССР // Сов. Ботаника. 1941. №4. С. 10.

Лебедева Л.А. Определитель шляпочных грибов. Москва-Ленинград. 1949.

Леммерс Г. Контроль качества исходных компонентов для производства компоста // Школа грибоводства. 2012. № 5. С.16-18.

Ли Юй, Тулигуэл, Бао Хайин, Широких А.А., Широких И.Г., Кириллов Д.В. Лекарственные грибы в традиционной китайской медицине и биотехнологиях. Киров. 2009.

Малышева В.Ф., Малышева Е.Ф. Высшие базидиомицеты лесных и луговых экосистем Жигулей. Москва-Санкт-Петербург. 2008.

Матросова Е.В., Мажейка И.Н., Кудрявцева О.А., Камзолкина О.В. Морфогенез и ультраструктура митохондрий базидиомицетов родов *Agaricus* и *Pleurotus* // Цитология. 2009. Т.51. №6. С. 490-498.

Михайлова Л.И. Как сохранить качество грибов до их отгрузки потребителю // Школа грибоводства. 2013-а. №3. С.22-23.

Михайлова Л.И. ВЮ-FUNGI – стремление к совершенству // Школа грибоводства. 2013. № 5. 22-23.

Михайлова Л.И. Сортировка грибов и в чем она заключается // Школа грибоводства. 2014. № 1. С.16-18.

Михайлова Л.И. Стратегия «охлаждения» при выращивании шампиньонов на компосте фазы 3 // Школа грибоводства. 2015. №2.С.18-22.

Михайловский Л.В. Макромицеты (пор. Agaricales) Хибинского горного массива. Дис. ... канд. биол. наук. Ленинград. 1975.

Морозова О.В. Агарикоидные базидиомицеты южной тайги Ленинградской области. Дис. ... канд. биол. наук. Санкт-Петербург. 2001.

Можейка И.С., Грубе Е.Т., Камзолкина О.В., Дьяков Ю.Т. Нестабильность гомокариотических штаммов *Agaricus bisporus* // Микология и фитопатология. 2000.Т. 34. Вып.1. С. 34-38.

Можина И.А., Белякова Г.А., Феррал М.С., Дьяков Ю.Т. Маркирование сортов и дикорастущих штаммов культивируемого шампиньона *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach изоферментами эстеразы // Биологические науки. 1993. 31-40 с.

Нарижная О.В. Преимущества выращивания шампиньонов при сборе двух волн плодоношения // Школа грибоводства. 2009. №3. С. 28 -29.

Нездоймино Э.Л. Шляпочные грибы северо-восточного побережья озера Байкал. Дис. ... канд. биол. наук. Ленинград. 1970.

Никитюк В.С. Агротехника шампиньонов. 1942.

Никитюк В.С. Выращивание шампиньонов. 1943.

Николаева Т. Л. Опыт выращивания грибницы для разведения шампиньонов в производственных условиях //Сборник научн. Работ Ботанического института им. В.Л.Комаров АН СССР, выполненных в Ленинграде за три года Великой Отечественной Войны (1941-1943). 1946. С. 349-354.

«Нормы технологического проектирования комплексов по выращиванию шампиньонов» НТП-АПК1.10.09.002-04.

Панов М.А. Практическое руководство по искусственному разведению шампиньонов. 1932.

Панов М.А. Шампиньоны. 1950.

Петров А.Н. Конспект флоры макромицетов Прибайкалья. Новосибирск. 1991.

Панчева Е.В., Волкова В.Н., Камзолкина О.В. Количественное определение ДНК в ядрах шампиньона двуспорового при окрашивании реактивом ДАПИ // Цитология. 2004. Т. 46. №4. С. 181-184.

Ранчева Ц. Интенсивное производство шампиньонов. Москва. 1990.

Ребриев Ю.А., Булгаков Т. С., Светашева Т. Ю., Змитрович И. В., Попов Е. С. Микобиота аридных территорий юго-запада России. Ростов на Дону. 2012. С.33-34.

Сафрай А.И. Про активность компоста // Школа грибоводства. 2012. № 1. С. 26-28.

Сафрай А.И. Как правильно организовать ферму по выращиванию шампиньонов на готовом компосте // Школа грибоводства. 2013-а. №1. С. 12-16.

Сафрай А.И. Влияние температуры, относительной влажности и концентрации углекислого газа на плодообразование и рост грибов. Школа грибоводства. 2013-б. № 2. С. 22-26

Сафрай А.И. Компост фазы 3 – настоящее и будущее // Школа грибоводства. 2013-в. №5. С. 18 – 21.

Сафрай А.И. Об использовании промышленного кэкинг-материала С1 // Школа грибоводства. 2013-г. №5. С. 16-17.

Сафрай А.И. Причины завязывания грибов внутри покровного слоя // Школа грибоводства. 2014. №1. С. 23-25.

Сафрай А.И. Роль покровной почвы // Школа грибоводства. 2015. № 2. С. 10-12.

Сафрай А.И. Об использовании промышленного кэкинг-материала С1 // Школа грибоводства. 2013 № 5. С. 16-17.

Сафрай А.И., Карпов Ф.Ф. Принципы организации компостного производства // Школа грибоводства. 2003. №3. С. 21-31

Светашева Т.В. Агарикоидные грибы Тульской области. Дис. ... канд. биол. наук. Москва. 2004.

Смирнов А.Г. Климатическая установка. Для чего она нужна? // Школа грибоводства. 2012. № 1. С. 14-16.

Хренов А.В. Грибной рынок России 2014: Цены выросли, спрос не уменьшился // Школа грибоводства. 2015. № 2. С. 25-28.

Шалашова Н.Б., Бубнова О.Н. Шампиньоны. Москва. 1987. 32 с.

Шалашова Н.Б., Мартыненко Л.И. Некоторые практические вопросы производства зернового мицелия шампиньонов и других съедобных грибов // Производство высших съедобных грибов в СССР: Тез. докл. II Всесоюз. совещ. – Киев. 1985. С. 40-41.



Ячевский А.А. Определитель грибов. 1917.

Bochus G. Investigations concerning to the carbon metabolism of the - Hivated mushroom. Carbon sources. // *Muschroom Science*, 1961. Vol. IV.

Bruggemann R., Orlandi J.M., Benati F.J., Montovani M.S., Nozawa C. Linhares R.E.C. Antiviral activity of *sciense species A. brfziliensis* Murill ss. Heinem extract ageinst human fnd herpes viruses in cuiture. *Braz. J. Microbiol.* 2006. Vol. 37. 561-565.

Galli R. Gli Agaricus. Grafiche MEK s.n.c. Milano. 2012.

Callac P.S., Moquet F., Ibernion M., Ramos Guedes-Lafargue M., Mamoun M., Oliver J.M. Evidense for PPC1, determinant of the pilei-pellis color of *Agaricus bisporus* frutbodies // *Fung. Genet. et boil.* 1998. Vol. 23. P. 181 – 188.

Fries E. M. *Sistema mycologicum. Sistema fungorum ordines, genera et species, usque cognitias.* 1. Lund., 1821.

*Funga Nordica.* () Agaricoid, boletoid, cypheloid and gasteroid genera. Eds. H.Knudsen, J.Vesterholt. Copenhagen: Nordsvamp.2012. P. 597-606.

Karsten P. A. *Russilands, Finlands, och den Skandinaviska Halfons Hatavampar.* Helsingfors. 1879.

Kerrigan R.W., Imbernion M., Callas P., Billete C., Oliver J.M. The heterothallic life cycle of *Agaricus bisporus* var. *Burnetii*, and the inheritance of its tetrasporic trait // *Experimental Mycol.* 1994. Vol.18. P.193-210.

Linne C. *Species plantarum.* Lund. 1753.

Mickeli P.A. *Fungorum ordenes,* 1789.

Noordeloos M.E. Kuyper TH.W., Vellinga E.S. *Flora agaricina Neerlandica. Critical monographs on families of agarics and boleti occurring in the Netherlands.* The Netherlands: 5: 169. 2001

Quélet L. *Les Champignons du Jura et des Vosges.* Paris. 1872.

Richard W/ Kerrigan and Jon K. Ross. Allozymes of a Wild *Agaricus bisporus* population: New alleles, new genotypes // *Micologia*, New York, S 1(3). 1989. P. 433-443.

Singer R. The Agaricales in modern taxonomy. - 2 nd. ed. Weinheim: Cramer, 1962.

Shaeffer J., Möller F. *Ann. Mycol.*, 1938. B.36. №1. S. 64-82.

Shantz H.L., Piemeisel R. L. Fungus fairy rings in eastern Colorado and their effect on vegetation. *J. Agric. Res.* 1917. № 2. P. 191–245.

Siwulski M., Socol S., Soberalski K. Regula J., Walkowiak-Tomczak D., Sas-Golak I., Szczepka M. Sztoch R., Czaterma J. Gnus R. *Pieczarca Agaricus*. Gatunki, uprawa, wlaciwosci, prowrowonte. Hjznan: Wydawnictwo uniwersitetu przyrodniczego w Poznaniu. 2014.

Wasser S.P., Didurh V. Ya., Amazonas M.A.L., Nevo E., Stamets P., da Eira A.F. Is widely cultivated culinary medicinal Royal Sun *Agaricus* (the Himematsutake muchroom) indeed *Agaricus blazei* Murrill? // *Int J. Med. Muchr.* 2002. № 4. P. 262 – 290.

Chen A. A practical guide to the cultivation of *Agaricus blazei* culinary and biomedical importanse.[online],[http://www.mushworld.com/tech/view.fsp?cline=2&cat\\_a\\_id=1160&vid=579](http://www.mushworld.com/tech/view.fsp?cline=2&cat_a_id=1160&vid=579)

<https://priroda-znaet.ru/agarik-brazilskiy/>).

Index Fungorum (2018) [indexfungorum.org/names/names.asp](http://indexfungorum.org/names/names.asp)  
Accessed 18 January 2018

## Указатель русских названий

### **Лепиота**

коричнево-красная

### **Мухомор**

вонючий

### **Шампиньон**

августовский

аристократический

белоснежный

Бенеша

Бернарда

Брезадолы

буроватый

Веленовского

выделяющийся

Вытянутый

Геннадия

двукольцовый

двуспоровый

желтоватый

желтокожий

изящный

иодный

клубневой

крупноплодный

крупноспоровый

Кюнера

лесной

литоральный

ложно-луговой

луговой

Ланге  
медно-коричневый  
Моллера  
мухоморовидный  
обесцвеченный  
перелесковый  
пестрый  
плоскошляпковый  
Пилата  
полевой  
Полубутый  
Порфирношляпковый  
Порфировый  
Псевдокрупноспоровый  
степной  
таблитчатый  
темно-чешуйчатый  
удлиненный  
хлопьевидный  
Шерсисто-ножковый

## Указатель латинских названий

### *Agaricus*

*abruptibulbus* Peck

*albertii* Bon

*albosericeus* Rauschert

*altipes* (F.H. Moeller) F.H. Moeller

*aestivalis* (F.H. Moeller) Pilátvar

*amanitaeformis* S.Wasser

*arcticus* Gulden

*aristocratus* Gulden

*arvensis* Jul. Schaeff.

*augustus* Fr.

*A. benesii* (Pilát) Pilát

*Agaricus bernardii* QuéL.

*Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach

Var. *bisporus*

Var. *avellanea* (J.E. Lange) Singer

Var. *albidus* (J.E. Lange) Singer

*Agaricus bitorquis* (J.E. Lange) Sacc.

*blazei* Murill

*brasiliensis* S.Wasser, M. Didurh, Amazonas et Stamets

*Agaricus bresadolianus* Bohus

*Agaricus campestris* L.

Var. *equestris* (F.H. Moell.) Pilát

var. *niveolutescens* Huijsman

Var. *squammulosus* (Rea) Pilát

Var. *floccipes* (F.H. Moell.) Pilát

Var. *fuscopilosellus* (F.H. Moell.) Pilát

*cappellianus* Hlavacek)

*chionodermus* Pilát

*comtulus* Berk. et Broome

*cupreobrunneus* (Jul. Schaeff. et Steer) Pilát.

*decorates* (F.H. Moeller) Pilát

*diminutivus* Peck  
*dulcidulus* Schulzer  
*essettei* Bon  
*excellens* F.H Moeller  
*fissuratus* (F.H. Moeller) F.H. Moeller  
*flavotactus* (F.H. Moeller) Pilát  
*Agaricus gennadii* (Chatin et Boud.) P.D. Orton  
*haemorrhoidarius* Schulzer s. J.E. Lange  
*haemorrhoidarius* Schulzer  
*iodosmus* Heinem.  
*kuechnerianus* Heinem  
*langei* (F.H. Moeller) F.H. Moeller  
*lanipes* (F.H. Moeller et Jul. Schaeff) Hlavacek  
*leucotrichus* (F.H. Moeller) F.H. Moeller  
*litoralis* (Wakef. & A. Pearson) Pilát  
*A. lividonitidus* (F.H. Moeller) Pilát  
*longicaudus* S. Wasser  
*lutosus* F.H. Moeller  
*macrocarpus* F.H. Moeller  
*macrosporoides* Bohus  
*macrosporus* F.H. Moeller et Jul. Schaeff.  
*maleolens* F.H. Moeller  
*meleagris* With.  
*moellerianus* Bon  
*nivescens* (F.H. Moeller) F.H. Moeller  
*osecanus* Pilát  
*pampeanus* Speg.  
*peronatus* Masee  
*perturbans* E. Ludw. & W. Pohl  
*phaeolepidotus* F.H. Moeller  
*pilatianus* (Bohus) Bohus  
*placomycetes* Peck  
*porphyrrizon* P.D. Orton  
*porphyrocephalus* F.H. Moeller

*pseudopraticensis* (Bohus) S.Wasser  
*pseudovillaticus* Rauschert  
*purpurascens* (Cooke) Pilat non Alb. et Schwein.  
*Agaricus purpurellus* (F.H. Moell.) F.H. Moell.  
*rusiophyllus* Lasch  
*sanguinarius* P. Karst.  
***semotus* Fr.**  
*squamulifer* (F.H. Moeller) Pilát  
***sylvaticus* Jul. Schaeff.**  
***sylvicola* (Vittad.) Peck**  
***subfloccosus* (J.E. Lange) Hlavacek**  
***subperonatus* (J.E. Lange) Singer**  
*vaporarius* (Pers.) Cappelli non Schrank  
***subrufescens* Peck**  
***tabularis* Peck**  
***urinascens* (Jul. Schaeff. et F.H. Moeller) Singer**  
***velenovskyi* Pilát**  
***xanthodermus* Genevier**  
***var. lepiotoides* R. Mre**  
*xantholepis* (F.H. Moeller) F.H. Moller

**Иванов Александр Иванович**

**ШАМПИНЬОНЫ (РОД AGARICUS L.) РОССИИ.  
ВИДОВОЙ СОСТАВ, ЭКОЛОГИЯ, КУЛЬТИВИРОВАНИЕ**

Монография

Подписано в печать 07.11.2018 г.

Усл. печатных листов 13,8.

Формат 60x84/16 Бумага ксероксная.

Гарнитура «Times New Roman».

Тираж 500. Заказ № 1468.

Отпечатано с готового оригинал-макета  
в типографии «Копи-Ризо».

Пенза, ул. Каляева, 7 в. Тел. 56-25-09.