

К ВОПРОСУ ПРОМЫШЛЕННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ШАМПИНЬОНОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А.В. Крутов,

доцент каф. электротехники БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

И.А. Шихарев,

студент БГАТУ

В статье обобщен опыт культивирования шампиньонов и применяемого оборудования для поддержания параметров среды их выращивания. Предлагается переоборудовать под технологический процесс промышленного производства выращивания шампиньонов различные неиспользуемые здания (ангары, боксы, склады, шахты и др.), а для создания нужных параметров среды при вегетации грибов, вместо дорогостоящих микотронов, использовать более дешевые системы автоматизации.

Ключевые слова: шампиньоны, субстрат, покровный материал, оборудование, параметры среды, агротребования, выращивание, плодоношение, автоматизация культивирования.

The article presents the experience of cultivating a dietary product-champignons, the equipment used to maintain the parameters of the growing environment. For the industrial production of champignons, new construction of premises is not necessary. It is proposed to convert various unused buildings (docks, boxes, warehouses, mines, etc.) for the technological process of industrial production of growing mushrooms, and cheaper automation systems are used to create the necessary environment for growing mushrooms, instead of expensive mycotrons.

Key words: champignons, substrate, cover material, equipment, environment parameters, agricultural requirements, cultivation, fruiting, automation of cultivation.

Введение

В питании человека съедобные грибы занимают одно из важных мест при возмещении потребности в полезных минералах, витаминах и микроэлементах. В составе шампиньонов содержится белок, фосфор, калий, кальций, натрий, витамины В₂, В₅, В₆, В₉, В₁₂, С, D, Е, РР, а также микроэлементы, такие, как цинк, железо, магний и др. Например, витаминов группы В, особенно рибофлавина и тиамина, в шампиньонах больше, чем в свежих овощах. В 100 г этого продукта содержится около 90 % воды, до 4% белков, 0,5 % жиров, около 0,3 % углеводов. Шампиньоны пользуются спросом у людей, ведущих здоровый образ жизни, так как они имеют небольшую калорийность (всего 25 ккал в 100 г).

В мировом производстве грибов на долю шампиньонов приходится примерно три четверти. Учитывая полезность этого гриба, вкусовые качества и относительно простую технологию производства, шампиньоны вызывают интерес у многих сельскохозяйственных организаций, фермеров и предпринимателей. Наиболее известные производители шампиньонов в Республике Беларусь: комплекс по выращиванию шампиньонов ООО «ЛОГАЛ-БИО» в Щучине, фермерское хозяйство «Грибная страна» в Барановичском районе, ООО «БОНШЕ» в Брестском районе, ООО «МАСТЕР-ГРИБ» в Витебском районе, грибная фабрика «Фишка Плюс» в Гродненском районе и другие [1].

Целью работы является – обобщение опыта промышленного производства шампиньонов и разработ-

ка рекомендаций по выбору оборудования для поддержания микроклимата при их выращивании.

Основная часть

Ключевыми параметрами микроклимата при выращивании грибов являются: температура, относительная влажность воздуха и концентрация углекислого газа (СО₂). Важную роль при устройстве вентиляции играют пути циркуляции воздуха и скорость его движения. Обеспечение требуемого микроклимата является одним из главных условий при выращивании грибов. Самая совершенная технология культивирования грибов не даст результата, если не поддерживаются параметры микроклимата на уровне, соответствующем требованиям технологического регламента. Отклонение температуры или уровня влажности воздуха от тех параметров, которые требуются согласно технологии на данной стадии выращивания, буквально за нескольких дней уничтожает достигнутый результат. Вместо ожидаемой прибыли, можно иметь убытки. Налаживая производство грибов, необходимо правильно выбрать систему обеспечения микроклимата в помещениях их выращивания и поддерживать соответствующие параметры среды [2-6]. Усредненные климатические показатели приведены в таблице 1.

Рост плодовых тел грибов длится 22 дня. За год получают до 7 волн урожая, с каждой волны снимают 12-17 кг грибов с одного квадратного метра грядок. Собранные грибы помещают в холодильные камеры

Таблица 1. Температурный режим и влажность при выращивании шампиньонов

Период	Температура воздуха, °С	Влажность воздуха, %	Температура субстрата, °С	Влажность субстрата, %
Высев мицелия	22-24	95-98	24-27	70-80
Укрытие покровным материалом	22-24	90-95	20-23	До полива – 60 После полива 75-80
Формирование плодовых тел	15-17	85-90	17-19	75
Завершение плодоношения	15-17	85-90	17-19	70

и хранят не более трех дней до реализации при температуре 0...+2 °С.

В зависимости от финансовых возможностей, грибководы применяют однозональную или многозональную систему культивирования. При однозональной системе все стадии выращивания проходят в одном помещении, а параметры микроклимата меняются в зависимости от требований технологии для той или иной стадии. При многозональной системе каждая из стадий проходит в разных помещениях со стабильными параметрами микроклимата, которые соответствуют каждой из стадий и не меняются. Более эффективна, с технологической и экономической точек зрения, многозональная система.

Комплекс по выращиванию шампиньонов с полным технологическим циклом включает цех выращивания грибов, цех приготовления субстрата и цех приготовления покровного материала. Кроме этих производственных зданий или площадок, должны быть оборудованы такие сооружения, как навесы для хранения соломы, помета или навоза, отработанного субстрата, склады для доломитовой муки или других раскислителей компоста (гипса, извести, мела), минеральных удобрений, места для стоянки сельхозмашин и транспортных средств с помещением для их технического обслуживания. Комплекс также должен иметь надежное электроснабжение, как потребитель второй категории, располагать системами водоснабжения, канализации, теплоснабжения. С целью предотвращения бактериальной или вирусной передачи болезней, рекомендуется выдерживать расстояние между цехом выращивания грибов и другими цехами не менее 250 м [7].

Для производства грибов не требуется новое строительство зданий, для этого могут быть использованы площади бывших производств, мало загруженные или простаивающие участки, (ангары, боксы, склады, шахты и др.), переоборудованные под технологический процесс выращивания. Камеры пастеризации субстрата, проращивания мицелия, выращивания грибов не имеют естественного освещения и в них предусматривают общее равномерное искусственное освещение, которое включают при проведении работ в камерах.

В цехе выращивания шампиньонов предусматривают следующие помещения и размещают:

- камеру (тоннель) пастеризации субстрата;
- камеры выращивания грибов (их количество зависит от объемов производства);
- кондиционер, холодильное и вентиляционное оборудование, подающее воздух в камеры выращивания грибов;
- вентиляционное оборудование, подающее воздух в камеры пастеризации и проращивания мицелия;
- холодильник для хранения собранных грибов;
- тепловой пункт (бойлерная);
- приточные и вытяжные вентиляционные установки;
- холодильную камеру для хранения мицелия;
- дезинфекционную комнату для тары и ящиков под субстрат;
- кладовую для хранения тары для грибов;
- инвентарную комнату;
- аналитическую лабораторию;
- санузел, умывальник, раздевалку, душевую и другие комнаты для персонала.

Для того чтобы знать, какие параметры среды нужно поддерживать, остановимся на технологическом процессе культивирования шампиньонов. В качестве основы, на которой произрастает гриб, служит субстрат. Компост для субстрата готовят из соломы зерновых культур (пшеница, рожь, тритикале) и конского навоза в соотношении 1:3 или в равном соотношении по массе соломы и куриного помета. На 100 кг измельченной соломы вносят 2 кг мочевины, 2 кг суперфосфата, 7-9 кг доломитовой муки, 300 кг конского навоза. Куриный помет должен содержать 2,5-3,0 % общего азота и иметь влажность 35-38 % [7]. Перед компостированием в течение суток солому замачивают и укладывают слоями с навозом или пометом, добавляя удобрения и доломитовую муку. Образуют штабеля размерами 1,5х1,2х1,2 м или бурты шириной и высотой соответственно 2 и 1,8 м. Зреет компост в течение трех недель. Через трое суток температура внутри штабеля достигает 65-70 °С. В готовом субстрате содержится 1,8-2,0 % общего азота, до 1 % фосфора, около 1,5 % калия, влажность составляет 71-74 %, температура – 30-35 °С, рН – 8-8,5.

Далее субстрат пастеризуют. Расход пара в период разогрева субстрата при пастеризации составляет в среднем 6 кг/ч на 1 тонну. Продолжительность пастеризации – 3 часа [7; 9]. После термообработки (пастеризации) субстрат остужают до температуры 24-25 °С. Слой субстрата на стеллажах – 0,25-0,30 м. Укладывают его на специальную подстилочную сетку в несколько ярусов (3-5). В каждом слое в шахматном порядке выкапывают лунки на глубину до 5 см и заполняют их мицелием. Расстояние между лунками составляет 0,2 м. Оптимальная температура внутри субстрата

– 20-27 °С. Через 8-12 дней грибница разрастается, поверхность субстрата засыпают покровным материалом слоем 4-5 см. Покровный материал готовят из девяти частей низинного торфа и одной части мела, или молотого известняка (мергель, доломит). Установлено [6], что добавление к низинному торфу до 25 % опилок деревьев лиственных пород и молотого перлита, до 8 % кейкинга (субстрат из предыдущей партии, заросший мицелием), улучшает свойства покровного материала, который больше отвечает агротехническим требованиям культивируемого шампиньона. Кроме того, укрытие субстрата покровным материалом в первый день после выгрузки субстрата в камеры выращивания и посевом мицелия ускоряет начало плодоношения на 5 дней, не снижая урожайности. Применение опилок и агроперлита улучшает структуру покровного материала, обогащение его кислородом, поддерживает воздушно-водяной баланс. Грунт в этой смеси длительное время остается рассыпчатым, не слеживается, опилки и перлит делают покровный материал рыхлым. В России, для повышения урожайности грибов и их качества, в субстрат добавляют пивную дробину в количестве 3 % от массы субстрата, а в поливочную воду – биопрепарат «Байкал ЭМ1», что обеспечивает добавку их урожайности на 19 % [8].

Для распределения воздуха в камерах устанавливают воздухопроводы из оцинкованной стали, алюминия или пластмассы, которые оснащают насадками для выпуска воздуха. Для предотвращения попадания из внешней среды носителей болезней и вредителей, на входе воздухопроводов устанавливают фильтры тонкой очистки с задержкой частиц крупнее 4 мкм (возможных спор). Требуемые объемы свежего и рециркулируемого воздуха выращиваемой площади составляют 1,75 и 3,5 м³/ч на 1 м², соответственно, при укладке субстрата и покровного материала в камеру выращивания; от 0,6 до 8,1 и от 3,5 до 8,7 при росте мицелия в покровном материале; от 1,75 до 9,3 и 8,1 в стадии плодоношения. При необходимости охлаждения камеры, подача свежего воздуха составляет 1,75 м³/ч на 1 м² выращиваемой площади. Разгрузка и уборка камеры выращивания проводится при подаче по 1,75 м³/ч свежего и рециркулируемого воздуха на 1 м² грядок. При пастеризации на 1 т субстрата требуемый объем свежего воздуха и рециркуляции составляет, соответственно, 10-20 и 180-200 м³/ч.

Скорость движения потока воздуха задается в зависимости от его влажности. Например, при влажности 70 % скорость – 0,15-0,30 м/с; 80-85% – 0,6 м/с; 90-95 % – 2,4 м/с. Распылители воды должны давать мелкую и слабую струю, образовывать среду, близкую к туману. Необходимо учитывать, что 1 кг плодовых тел грибов поглощает около двух л воды (1 л из субстрата, 1 л из покровной среды). Более одного л воды на один м² площади вносить не следует, т.к. она уходит в субстрат [10]. Воздух подается в подполье камеры равномерно по всей площади и забирается на рециркуляцию из верхней

зоны камеры. Создаваемое вентилятором статическое давление должно быть 120 кгс/м². Поддержание необходимой влажности и температуры воздуха осуществляется периодической подачей пара в воздухопроводы. Для этих целей могут использоваться автономные системы кондиционирования воздуха.

На всех этапах выращивания грибов применяется ряд специальных машин и оборудования. Климатическое оборудование для вегетации шампиньонов – это очень важный атрибут в данном производстве. Лучшее всего обеспечивают требуемый микроклимат микотроны. Микотрон очищает воздух от различных примесей (аммиак, углекислый газ) в камере, обеспечивает подачу достаточного объема кислорода, следит за влажностью воздуха, выполняет другие функции (распределение воздушных потоков, их подогрев, охлаждение и т.п.).

Комплексное оборудование для обеспечения климата при выращивании шампиньонов предлагают зарубежные производители США, Канады, Нидерландов, Италии, Китая, России, Польши, Украины. Камеры для выращивания шампиньонов в Беларуси, а также оборудование вентиляции и микроклимата предлагают ООО «Еврофармсервис», ИП «Нестеренко А.Н.». Известны климатические камеры КУ-5000/16, КУ-5000/32 ООО «Техник» (г. Саратов, Россия), ЗАО «Центр экологических программ» (г. Москва), польская фирма «Promont» и другие. Однако стоимость данных предложений в условиях экономического кризиса высока. Предлагается вместо микотрона использовать кондиционеры и вентиляторы, котлы, парогенераторы и холодильное оборудование.

Комплект климатического оборудования для промышленного выращивания шампиньонов включает: систему вентиляции, теплообменник для подогрева воздуха до 22 °С, теплообменник для охлаждения воздуха до 15 °С, системы увлажнения подаваемого воздуха, его распределения по камере с минимальной скоростью, автоматику для контроля и регулирования требуемых параметров. Автоматизированная система управления технологическим процессом вегетации шампиньонов разработана [11,12], но в каждом конкретном случае она должна подбираться под соответствующий комплект климатического оборудования, и не каждый алгоритм управления годится для того или иного оборудования, кроме программируемого контроллера.

К контроллеру подключаются датчики температуры субстрата (до 6 шт.), температуры воздуха внутри камеры выращивания, температуры наружного воздуха, температуры воздуха, подаваемого в камеру выращивания, датчик относительной влажности воздуха, датчик концентрации углекислого газа, датчик избыточного давления в камере выращивания. С его помощью включаются приводы исполнительных механизмов: частотный преобразователь вентилятора подачи воздуха, жалюзи наружного воздуха, рециркуляции, кондиционера, задвижки теплого и холодного теплоносителей, задвижка подачи пара, до 7-8 различных

реле. При необходимости, подключается компьютер для дистанционного управления, а также GSM-модем для наблюдения за климатом дистанционно.

В систему увлажнения входит парогенератор. В Беларуси электрические парогенераторы производительностью пара от 30 до 500 кг/ч поставляет компания «Бустер Бел». Парогенератор компактный и выполняет ряд функций: пастеризует субстрат, увлажняет воздух в камере выращивания, дезинфицирует помещение и оборудование в нем после замены субстрата.

На формирование грибного тела значительно влияет концентрация углекислого газа. В период плодоношения она должна быть не выше 0,08 %, иначе шампиньоны вырастают уродливыми, с длинной ножкой и маленькой шляпкой. Мониторинг CO₂ можно осуществить с помощью датчика углекислого газа SC2IXP4-32P-LZ-S4 научно-производственной компании «ТЕКО» (г. Минск). Рабочий диапазон датчика составляет 0...5000 ppm (0...0,5 %). На выходе датчика формируется напряжение, прямо пропорциональное концентрации углекислого газа в масштабе 1 мВ/ppm. Это аналог известного сенсора DOL17, но значительно дешевле. Датчик подключается к климатическим контроллерам-регуляторам типа «Овен» и к компьютеру, входит в состав автоматической системы вентиляции. Следует учитывать, что плотность углекислого газа в 1,5 раза выше плотности воздуха. Выделяемый грибами углекислый газ концентрируется внизу грядок, у пола в проходах. Поэтому система вентиляции должна быть приточно-вытяжной с рециркуляцией воздуха. К рециркулируемому воздуху добавляют 5-7 % свежего. Система заслонок устанавливается с сервоприводами, которые могут регулировать соотношение «свежий воздух – рециркуляция».

Отвечающая агротребованиям относительная влажность воздуха в помещениях для выращивания грибов – один из определяющих факторов их качества и урожайности. При низкой влажности усугубляющую роль играет сильный обдув (обветривание) плодовых тел, а при высокой влажности – образование застойных зон воздуха. Все это влияет на товарное качество плодовых тел шампиньонов. Существует несколько систем увлажнения воздуха. Например, с помощью гидравлических форсунок высокого давления. Они дают отличное качество распыла (95-100 % капель имеют размер 5-20 мкм). Эти форсунки можно вмонтировать в воздухопровод без всяких камер и водопроводов. Один агрегат способен поддерживать работу десятков форсунок, в зависимости от мощности. Однако гидравлические форсунки требуют высокого давления в водопроводе (30-50 атм), которое создает специальный насос высокого давления. Нужны и шланги высокого давления. Эти форсунки для стабильной работы должны распылять подаваемую воду после умягчения. При отсутствии водоподготовки срок службы форсунки составляет несколько месяцев. Учитывая, что форсунка стоит 30-40 евро, а система водоподготовки почти в 2 раза дороже, чем вся система увлажнения воздуха, то этот вариант не из лучших. Система же увлажнения воздуха на базе гид-

ропневматических форсунок лишена всех недостатков, перечисленных выше, и сохраняет все их преимущества: высокую производительность, величину капли 5-50 мкм, возможность работы от одного агрегата во многих помещениях одновременно. Кроме того, гидропневматические форсунки не требуют водоподготовки, они многофункциональны, пригодны для распыла любых растворов, в т.ч. дезинфицирующих, могут применяться для санитарной обработки помещений и оборудования. Стоимость таких систем на 20-25 % ниже, чем стоимость центробежных и гидравлических систем (в расчете на одну и ту же площадь). Еще одно немаловажное преимущество центробежных и гидравлических систем заключается в том, что они производятся в основном для комплексов больших объемов выращивания. Системы на базе гидропневматических форсунок применяются для ферм с грядками от 20 м² и более. Существует также система увлажнения воздуха паром.

Заключение

1. Многозональная система промышленного культивирования шампиньонов в Беларуси предпочтительнее. Комплексное оборудование, типа микротронов, для обеспечения климата при выращивании шампиньонов предлагают многие производители, но стоимость данных предложений в условиях экономического кризиса не устраивает отечественного производителя уже на этапе составления бизнес-плана. При многозональной системе выращивания дешевле автоматизировать поддержание климата в имеющихся помещениях, чем использовать климатические камеры.

2. Кроме традиционных методов приготовления субстрата и покровного материала, для повышения урожайности грибов можно применять наполнители в виде пивной дробины, опилок лиственных пород дерева, молотого перлита и др.

3. Крупные птицефабрики в кооперации с торфопредприятиями могли бы организовать субстратное производство и поставлять производителям грибов компост и покровную почву.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гануш, Г.И. Обоснование развития экспортно-ориентированного промышленного грибоводства в Республике Беларусь / Г.И. Гануш, И.А. Грибоедова // Доклады Национальной академии наук Беларуси. Аграрные науки. – 2015. – №4. – Т. 59. – С. 123-128.

2. Условия выращивания шампиньонов в промышленном масштабе [Электронный ресурс] // Сельскохозяйственный каталог товаров и услуг. – Режим доступа: <http://agropk.by/itma/shampinoni-usloviya>. – Дата доступа: 31.03.2021.

3. Грибы СССР / М.В. Горленко [и др.]; под общ. ред. М.В. Горленко. – Москва: Мысль, 1980.

4. Столлер, Б. Шампиньоны [Текст] Теория и практика выращивания / Б. Столлер; под ред. канд.

биол. наук Е.С. Ключниковой. – Москва: Изд-во иностр. лит., 1956. – 88 с.

5. Девочкин, Л.А. Шампиньоны /Л.А. Девочкин. – М.: Колос, 1989.

6. Девочкина, Н.Л. Технология культивирования шампиньона на промышленной основе: рекомендации / Н.Л. Девочкина. – М.: Россельхозакадемия, 2004.

7. Нормы технологического проектирования комплексов для выращивания шампиньонов: НТП-АПК1.10.09.002.04. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://znaytovar.ru/gost/2/ntp-apk>. – Дата доступа: 09.07.2021.

8. Александрова, Е.Г. Формирование урожайности и качества гриба шампиньона двуспорового (*Agaricus bisporus*) при промышленном культивировании на синтетическом субстрате с применением орга-

нических добавок и биопрепаратов: автореф. дис... канд. с.-х. наук. – Самарский ГАУ, 2020. – 22 с.

9. Шалашова, Н.Б. Шампиньоны / Н.Б. Шалашова, О.Н. Бубнова. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 32 с.

10. Сафрай, А.И. Влияние поливов на урожайность шампиньонов /А.И. Сафрай // Школа грибоводства.– 2001. – № 1. – С. 9-12.

11. Пешко, М.С. Автоматизация технологического процесса культивации съедобных грибов / М.С. Пешко // Гавриш.– 2012. – № 4. – С.18-21.

12. Пешко, М.С. Управление процессом вегетации грибов в тепличном комплексе / М.С. Пешко // Молодой ученый. – 2012. – № 8 (43). – С. 31-34.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 27.08.2021

Независимая навеска и система стабилизации штанги опрыскивателя «Мекосан-2500-18»

Предназначена для снижения амплитуды колебаний штанги и повышения надежности ее несущей конструкции.

Применение разработки позволяет эффективно гасить колебания штанги, возникающие вследствие движения колес опрыскивателя по неровности поверхности поля, что обеспечивает высокую равномерность распределения пестицидов по обрабатываемому объекту, а также повышение надежности несущей конструкции штанги.



Основные технические данные

Марка машины	Мекосан-2500-18
Производительность за 1 час времени, га:	
- сменного	10,9
- эксплуатационного	10,7
Система навески штанги на остов опрыскивателя	Независимая
Способ крепления рамки штанги к остову опрыскивателя	Параллелограммная навеска
Амплитуда колебаний краев штанги, м	до 0,1
Рабочая скорость движения, км/ч	9-12
Качество выполнения технологического процесса:	
- неравномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата, %, не более	15
- снижение неравномерности распределения рабочей жидкости по ширине захвата, %, не менее	5
Габаритные размеры опрыскивателя в транспортном положении, мм, не более	6045x2425x2215
Габаритные размеры опрыскивателя в рабочем положении (при высоте установки штанги 600 мм), мм, не более	6045x18250x2215
Дорожный просвет, мм	350
Увеличение массы опрыскивателя, кг	на 120