

VIII Республиканский тур
Всероссийского конкурса достижений талантливой молодежи
«Национальное Достояние России»

Секция: Биология

Тема: **Интенсивный метод
выращивания вешенки
обыкновенной на соломенном
субстрате** *(на примере штамма Китайский черный)*

Автор: Геращенко Настя

Научный руководитель: Кушнарева Анжелика Павловна, учитель биологии

Место выполнения работы:

МБОУ «Музыкально-гуманитарный лицей им.Д. Аюшеева»,
республика Бурятия,
г. Улан-Удэ

Содержание

Введение	3
<i>Теоретическая часть</i>	
Эколого-биологические особенности вешенки обыкновенной	4
Биологическая ценность плодовых тел вешенки	6
Промышленное культивирование <i>P. ostreatus</i> по интенсивной технологии	8
<i>Практическая часть</i>	16
Заключение	20
Литература	21
<i>Приложение 1.</i> Фотодневник «Развитие мицелия и плодовых тел вешенки обыкновенной на примере штамма Китайский черный»	22

Введение

Во многих странах мира производство съедобных грибов является эффективной быстроразвивающейся отраслью хозяйства. Интенсивное развитие грибоводства связано с возможностью получения экологически чистого, ценного по своим свойствам продукта питания.

Одним из перспективных объектов культивирования является **вешенка обыкновенная** *Pleurotus ostreatus*. Возросший интерес к выращиванию вешенки объясняется тем, что гриб обильно плодоносит, имеет хорошие вкусовые и питательные качества, для его выращивания могут быть использованы дешевые, простые в приготовлении растительные субстраты. Плодовые тела *P.ostreatus* можно рассматривать как ценный диетический продукт, обладающий лечебным действием: гриб синтезирует антибиотические, противоопухолевые вещества.

Культивирование вешенки осуществляется экстенсивным и интенсивным способом. Интенсивный способ предполагает выращивание вешенки в специально оборудованных помещениях с регулируемыми условиями микроклимата. Интенсивный способ имеет ряд преимуществ перед экстенсивными методами: процесс выращивания ведется круглогодично, урожайность более высокая и стабильная благодаря созданию оптимальных условий, необходимых для плодоношения, используется более широкий круг растительных субстратов, более короткий производственный цикл.

Цель исследовательской работы заключается в разработке и апробации интенсивного метода выращивания вешенки на соломенном субстрате.

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи**:

1. изучение эколого-биологических особенностей *Pleurotus ostreatus*;
2. выбор штамма *Pleurotus ostreatus*, перспективного для выращивания в интенсивной культуре;
3. экспериментальная апробация основных этапов интенсивного метода выращивания вешенки от выращивания зернового мицелия до получения плодовых тел гриба;
4. исследование влияния основных экологических факторов (состава и режима подготовки субстрата, количества вносимого инокулята, температуры, влажности, света) на рост и плодоношение выбранного штамма в интенсивной культуре.

Практическая значимость работы заключается в выработке практических рекомендаций по выращиванию экологически чистого пищевого продукта - вешенки в домашних условиях. Определены условия, при которых достигается получение плодовых тел гриба интенсивным способом.

Методы исследования: теоретический анализ, наблюдение, эксперимент, обобщение и формулирование выводов.

Теоретическая часть

Эколого-биологические особенности вешенки обыкновенной

Вешенка обыкновенная *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm. относится к Царству – Грибы; Отделу Basidiomycota – Базидиальные грибы; Классу Holobasidiomycetidae – Хлобазидиомицеты; Порядку Agaricales – Агариковые; Семейству Pleurotaceae – Вёшенковые; Роду *Pleurotus* – Вешенка.

Вешенка обыкновенная – съедобный гриб, космополит. В естественных условиях вешенка обыкновенная поселяется на ослабленной или мертвой древесине в основном как сапрофит. Чаще всего, в дикой природе, ее можно встретить на пнях, валежнике, ослабленных и мертвых стоячих деревьях, сухобочинах, бревнах, колодах. Вешенка предпочитает лиственные растения, однако, в ряде случаев, произрастает и на хвойных. На древесных стволах встречается довольно высоко над землей. Часто растёт густыми пучками из 30 и более плодовых тел, срастающимся у основания, и образует многоярусные конструкции - *друзы*.

К значимым экологическим факторам, определяющим рост и развитие грибов, следует отнести температуру и влажность атмосферного воздуха, а также температуру и освещённость субстрата. Оптимальная температура для роста мицелия 26 - 27° С. При температуре выше 30° С рост гриба прекращается, при температуре ниже оптимальной рост идет медленно, а при 5° С - прекращается. Для разных фаз жизненного цикла вешенки обыкновенной необходима различная оптимальная температура: для роста мицелия 26 - 27° С, для формирования и роста плодовых тел 14 - 15° С. В противоположность большинству высших базидиомицетов вешенка обыкновенная хорошо переносит заморозки: плодовые тела с наступлением заморозков прекращают рост, твердеют, однако после оттепели их рост может продолжаться. Вешенка обыкновенная относится к светолюбивым видам. Гриб, особенно во время плодоношения, нуждается в большом количестве воздуха. Оптимальное значение рН субстрата для развития вешенки обыкновенной составляет 5,2— 7,0, а для роста — 5,2—5,8. Образование и развитие плодовых тел сопряжено с повышенной влажностью воздуха - 90-97%. Гриб произрастает на субстрате, влажность которого 56-80%.

Вешенка обыкновенная вызывает жёлтую смешанную гниль стволов деревьев лиственных, реже хвойных пород. Заражение обычно происходит через морозобойные трещины. Плодовые тела грибов образуются в месте наибольшего развития гнили. Гриб продолжает развиваться и на мёртвой древесине.

Плодовые тела *P. ostreatus* образуют обычно более или менее компактные сростки карпофоров, в которых последние располагаются черепицеобразно друг над другом или

рядом в количестве от нескольких до 30 экземпляров, изредка единичными экземплярами. На характер сростков значительно влияет физическое состояние субстрата (структура, плотность и влажность древесины). Если древесина очень разложившаяся, рыхлая, хорошо насыщенная водой, грибы образуют плотное клубневидное основание, от которого пучком отходят сравнительно длинные, расширяющиеся кверху ножки. При этом основная масса карпофора (до 3/4 его объема) сосредоточивается в ножке. Когда грибы произрастают на плотной, слабо разложившейся древесине, используя для роста случайные щели и надтреснутости, они образуют единичные плодовые тела или чаще всего большие сростки с черепицеобразным расположением шляпок. Основная масса карпофора теперь сосредоточивается не в ножке, а в шляпке.

Шляпка *P. ostreatus* может достигать от 5 до 30 см в диаметре, неправильноокруглая, языко-, ухо-, раковинovidная, гладкая, голая, волокнистая, иногда с беловатым мицелиальным налетом, в начале развития темноокрашенная, позже серая, серо-бурая, серо-коричневая, часто с сизоватым оттенком, в центре выцветающая.

Пластинки белые или беловатые, ровные, низбегающие на ножку.

Ножка 2 - 8 x 2 - 3 см, эксцентрическая, белая, плотная, в основании часто волосистая. Наряду с грибами, имеющими хорошо развитую сравнительно длинную ножку, часто встречаются экземпляры с боковой еле заметной ножкой, а иногда она вовсе отсутствует. Вероятно, это свидетельствует о пластичной адаптации данного гриба к конкретным условиям произрастания.

Мякоть белая, сочная, мягкая, с возрастом становится немного жестковатой и волокнистой, а в ножке даже пробковидной, с запахом отсыревшей муки.

Споровый порошок белый с лиловым оттенком.

В дикой природе встречается около 30 видов вешенок. Вешенка обыкновенная (устричная) является самой распространенной из них. К родственным часто встречаемым съедобным видам относятся: вешенка легочная, вешенка рожковидная, вешенка лимонно-шляпковая, вешенка степная.

Биологическая ценность плодовых тел вешенки

Биологическая ценность вешенки определяется химическим составом плодовых тел.

Плодовые тела вешенки являются ценным диетическим продуктом, поскольку имеют низкую **калорийность** (38-41 ккал на 100 гр.) и содержат многие вещества, необходимые организму человека.

По содержанию **белка** (до 50 %) и составу аминокислот, включая незаменимые (валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин), вешенка превосходит овощные культуры, кроме бобовых, и близка к мясомолочным продуктам. Белки плодовых тел вешенки характеризуются высокой усвояемостью, которая в результате тепловой обработки возрастает до 70 %, что соответствует усвояемости белков ржаного хлеба.

Состав липидов вешенки сходен с составом растительных масел высших сортов. Хотя содержание **жиров** в плодовых телах вешенки невелико (2,2 мг на 100 гр. сухой массы гриба), 67 % составляют полиненасыщенные жирные кислоты, которые препятствуют атеросклерозу, снижая уровень триглицеридов и холестерина в крови. Кроме того, вешенка обыкновенная является природным источником статинов (ловастатин), ингибирующих синтез холестерина.

Углеводы в плодовых телах вешенки составляют 68-74 % сухой массы, из них доля легкоусвояемых углеводов (глюкоза, фруктоза, сахароза) составляет 14-20 %. Полисахариды бета-глюканы (лентинан), выделенные из вешенок, обладают высоким противоопухолевым и иммуномодулирующим действием; маннит и хитин, являются эффективным сорбентом токсических веществ.

Последние исследования показали, что *вешенка* обладает способностью выводить из организма человека и животных радиоактивные элементы, способствует предупреждению и лечению гепатита, холецистита, язвы желудка, радикально снижает количество холестерина в крови, предупреждая тем самым развитие атеросклероза, помогает нормализовать давление как у гипертоников, так и у гипотоников. Совсем недавно установлено, что вешенка при определенных условиях оказывает противоопухолевое действие и улучшает иммунную систему организма. В последние годы, у нас и за рубежом, из *вешенки* на разных стадиях ее развития выделены и запатентованы противоопухолевые препараты, которые не оказывают токсического воздействия на организм и в то же время успешно подавляют перерожденные клетки.

Среди **минеральных веществ**, содержащихся в вешенках, - калий, фосфор, железо, а также кальций, кобальт, селен, цинк, медь и ряд других элементов, необходимых человеческому организму.

Вешенка — превосходный источник как водорастворимых, так и жирорастворимых **витаминов**, сравнимый с мясопродуктами, овощами и фруктами. Плодовые тела вешенки содержат весь комплекс витаминов группы В, а также аскорбиновую кислоту, витамин РР (в 5-10 раз больше, чем в овощах), D2, Е. Уровень биотина в *вешенке* в несколько раз выше, чем в яйце, молоке и шпинате, а количество тиамина соответствует содержанию его в овсяной крупе, пшеничном хлебе, фасоли и капусте.

Вешенка является универсальным диетическим продуктом, который могут смело употреблять с пользой для здоровья любые группы населения, в том числе и те, кому другие грибы противопоказаны, поскольку в ней нет значительных количеств трудно перерабатываемого хитина, что характерно для других грибов, полностью отсутствуют горчичные масла и другие раздражающие вещества.

Режимы выращивания, гигиеничность субстратов, отсутствие особо опасных болезней и вредителей позволяют употреблять этот ценнейший пищевой гриб без опасности для здоровья.

Интенсивные способы культивирования грибов предусматривают выращивание их в специально оборудованных помещениях, где имеется возможность регулировать условия микроклимата, соответствующего потребностям жизнедеятельности грибов.

Преимуществом данного метода является то, что он позволяет выращивать грибы вешенку круглый год и получать более высокие урожаи. Интенсивным методом в промышленных масштабах выращивают и вешенку. Данный способ позволяет получать высококачественную продукцию, осуществлять механизацию и автоматизацию производства, что дает возможность сокращать цикл производства до 8-10 недель.

В качестве основного компонента для приготовления субстрата в основном используют солому злаковых (пшеницы, ячменя, ржи, проса, овса). Субстрат из соломы сравнительно легко готовится и содержит необходимое количество питательных веществ, необходимых для развития вешенки. В некоторых южно-европейских странах для приготовления субстрата используют кукурузные кочерыжки и стебли, а в странах, где основной сельскохозяйственной культурой является рис, широко используют рисовую солому с добавлением отрубей и других отходов рисового производства. Вешенка может расти на отходах хлопка, чая, конопли, льна, кофе. Часто используются смеси различных материалов, например смесь соломы пшеницы или ржи с измельченными стеблями кукурузы. В местах развитого деревообрабатывающего производства применяют смеси опилок или стружки лиственных пород с травяной мукой, сечкой соломы и пивной дробинкой. Для повышения урожайности грибов к основному компоненту добавляют легко усваиваемые мицелием гриба вещества, богатые азотом. Практика грибоводческих предприятий показывает, что добавление к субстрату питательных веществ очень эффективна, например при добавлении 7% травяной муки к пшеничной соломе или смеси соломы с кукурузными стеблями, урожайность возрастает на 35-40 процентов. Важную роль в приготовлении субстрата для вешенки играет наличие минеральных компонентов содержащих фосфор, кальций и др., в количествах необходимых для развития грибницы. При недостаточной концентрации этих веществ в субстрат добавляют мочевины (0,5%), суперфосфат (0,5%), молотый известняк, мел, гипс (до 2% от массы субстрата). При использовании стружки, древесной коры, опилок, лучше всего добавлять солому злаковых для увеличения процента содержания азотных соединений, пропорция может быть различная, но, как правило, находится в пределах 25% опилок 75% соломы пшеницы или ржи. Очень ощутимый эффект, в плане повышения урожайности, дает добавление в субстрат из опилок пшеничных отрубей, пивной дробинки, шелухи гречихи или риса и хлопка. К субстрату предъявляются серьезные требования, все элементы должны быть свежими, чистыми не загрязненными почвой, без видимых повреждений плесенью. Нежелательные

примеси тормозят развитие мицелия в таком субстрате, снижают количество и качество урожая, вплоть до полной порчи продукта. Технология приготовления субстрата для выращивания вешенки предполагает несколько этапов - измельчение, увлажнение и термообработку.

1. Измельчают сырье для субстрата в обычных корморезках или дробилках ДКУ на фракции размером 0,5-2 см (солому длиной до 5 см).

2. Увлажняют до относительной влажности 65-70 %. Для этого измельченную солому помещают в резервуар и заливают водой (примерно 1 часть соломы на 3 части воды. Однако благоприятному впитыванию влаги в стебель соломы препятствует восковый слой. Поэтому для увлажнения субстрата до нужной кондиции в холодной воде требуется 2-3 дня, поэтому эффективней использовать горячую воду, при этом увлажнение проходит несколько часов. При увлажнении опилок и стружки требуется 1,7 - 2 части воды на одну сырью. О достижении оптимальной влажности можно судить по выступающим сквозь пальцы каплям воды при сжатии субстрата в ладони. Еще одним важным фактором при изготовлении субстрата для выращивания вешенки - это поддержание кислотно-щелочного баланса (рН) на уровне не менее 6,0-6,5. При таком рН лучше развивается и сам мицелий вешенки, и полезные микроорганизмы, являющиеся антагонистами плесневых грибов - конкурентов вешенки. Если кислотность субстрата менее 5,5 то к нему добавляют мел или известь. Далее после измельчения и увлажнения субстрат подвергают различным видам термической обработки.

3. Термообработка субстрата. Важнейшим этапом в приготовлении субстрата для выращивания вешенки является стерилизация. Это необходимо для подавления и уничтожения, находящихся в субстрате микроорганизмов, сдерживающих развитие вешенки. Самым надежным способом стерилизации субстрата, обеспечивающем гибель всех имеющихся микроорганизмов, является обработка его в автоклаве при температуре свыше 120 град. Однако такой способ требует больших финансовых затрат и практически трудно достижимый. При интенсивном культивировании вешенки применяют преимущественно два способа, более эффективных чем стерилизация - это термообработка и пастеризация. Термообработка субстрата - метод обусловлен нагревом компонентов до определенной, соответствующей технологическим нормам, температуре и выдерживанию в таких условиях некоторое время. Наиболее простой и доступный способ, просто замачивать их в кипятке (при 95-100 град) в течении 45-60 минут, что может обеспечить подавление всех микроорганизмов - конкурентов вешенки. Кроме того, в результате такой операции частично разрушаются оболочки клеток растительных остатков и преобразуется лигнин в более доступную для развития вешенки форму. Еще одним плюсом такого метода есть то, что

исключается необходимость в предварительном замачивании субстрата, что может уменьшить затраты и время приготовления субстрата. Такой метод применяется, в основном в любительском грибоводстве или на мелких предприятиях, где подлежат обработке небольшие количества субстрата. Существует несколько испытанных способов термообработки субстрата для выращивания грибов. Например, некоторые хозяйства для обработки используют термостойкие полипропиленовые мешки (3-5 кг) закрытые губчатой пробкой, для обеспечения воздухообмена. Их помещают в кипящую воду и выдерживают 1,5- 2 часа. Также можно использовать для обработки пар. При температуре пара 80 град достаточно выдержать мешки с субстратом 2-3 часа. Отличный результат даст термическая обработка паром при 65-70 град. в течение 8-9 часов. Термическую обработку можно производить и помещая субстрат в металлические контейнеры, которые с помощью лебедки опускаются в емкость с горячей водой или подводом пара. Для каждого вида сырья применяются различные режимы обработки, чем плотнее компоненты субстрата, тем дольше проходит процесс. Например, если для стерилизации соломы при температуре пара 70 град. достаточно 8 часов, то для субстрата из древесной коры или стружки необходимо не менее 12-15 часов. В некоторых регионах, где массово выращивают подсолнечник, для приготовления субстрата для выращивания вешенки используют подсолнечную лузгу. Однако с ней есть некоторые проблемы из-за высокого содержания остатков зерен, имеющих недопустимую остаточную масляничность. При использовании такого сырья существует метод, широко применяемый грибоводами. Подсолнечную лузгу нагревают в воде (80-90 град) некоторое время выдерживают, затем воду сливают и обрабатывают либо паром либо горячей водой. При очень высокой масляничности лузги эту операцию следует повторить дважды. Лузга является идеальным по содержанию питательных свойств компонентом субстрата, однако использование ее усложняется именно из-за высокой остаточной масляничности. Следует заметить, что термическая обработка не всегда дает желаемые результаты, особенно если она проводится непродолжительное время, нарушаются температурный и временной режим. Споры плесневых и других грибов-конкурентов вешенки имеют свойство сохранять свою активность даже после термообработки, что в конечном результате приводит к разрастанию их в субстрате, сдерживая рост вешенки. Кроме того после обработки, во время дальнейших этапов культивирования появляется вероятность появления посторонней инфекции. Поэтому при промышленном производстве вешенки субстрат подвергают пастеризации, на сегодняшний день это самый надежный и эффективный способ частичной стерилизации субстрата для выращивания вешенки.

4. Пастеризация субстрата. Для подавления в субстрате вредных микроорганизмов и плесневых грибов-конкурентов вешенки его необходимо стерилизовать. Одним из самых

эффективных способов частичной стерилизации субстрата считается пастеризация. Это сложный этап, включающий в себя два основных процесса - физический и микробиологический. В результате пастеризации происходит стимуляция роста и развития полезной термофильной микрофлоры и подавление вредной. Пастеризацию проводят до или после раскладывания субстрата в емкости, в которых будет проходить процесс развития мицелия и роста грибницы. Наиболее перспективным, и потому чаще применяемым на предприятиях по выращиванию вешенки способом, является пастеризация субстрата до его раскладывания (пастеризация в массе). Данный способ получил широкое применение на крупных грибных фермах и осуществляется в специально оборудованных камерах (тоннелях), благодаря чему удается вырастить вешенку высокого качества. Камера для пастеризации субстрата представляет собой продолговатое термоизолированное помещение или бокс шириной 2-4м, обеспеченное паронепроницаемым покрытием потолка и стен. В камере на высоте 50-60 см от пола устанавливается деревянная решетка с широкими щелями составляющими до 25-30 % от всей площади покрытия. На эту решетку укладывается подготовленный субстрат. Верхняя и нижняя части камеры подсоединены к воздухопроводу через который, с помощью мощного вентилятора подается пар низкого давления и обеспечивается внутренняя рециркуляция смеси свежего воздуха с паром. Мощность вентилятора должна обеспечивать перекачку не менее 200 м.куб воздуха на 1 м.куб субстрата в час. Излишек воздуха выводится через верхний воздухопровод с помощью вытяжного вентилятора или непринудительно через встроенный клапан. Пар подается через парогенератор подсоединенный к нижнему воздухопроводу. Для большей эффективности в камеру устанавливаются датчики температуры и давления, с помощью которых можно автоматизировать поддержание определенных условий в камере. Сам процесс пастеризации по своей природе кардинально отличается от простой термообработки, поэтому требует более продолжительного действия. Субстрат после загрузки в тоннель, при помощи пара постепенно нагревается (примерно на 1 град. в час) до температуры 60 град., затем температуру снижают до 50-55 град и обеспечивают рециркуляцию воздуха в таком температурном режиме 15 - 18 часов постоянно добавляя в систему свежий воздух в объеме 15 м куб. на тонну субстрата. После этого субстрат медленно охлаждается потоком свежего воздуха до 25 -30 град. Продолжительность пастеризации в большей степени влияет на качество субстрата. Оптимальным для субстратов из соломы или кукурузных стеблей считается 48-60 часов, для более твердых компонентов необходима более длительная пастеризация, например для субстратов из коры, стружки лучшего качества субстрата можно получить при пастеризации в течении 120-140 часов. Пастеризация играет важнейшую роль в приготовлении качественного субстрата и в целом всего грибного производства. При

непродолжительной обработке или вообще без таковой, рост и развитие мицелия вешенки сильно затрудняется, а в некоторых случаях не возможен из-за развития в субстрате грибов-конкурентов в основном из рода пеницилиновых. Качество субстрата - главная составляющая успеха в грибоводстве и основную роль здесь играет именно качественная пастеризация. По окончании этого процесса субстрат помещают в емкости или мешки для инакуляции.

5. Инакуляция субстрата мицелием вешенки. Субстрат после термической обработки или пастеризации помещают в перфорированные полиэтиленовые или полипропиленовые мешки, специальные контейнеры или выстланные пленкой ящики для дальнейшей инакуляции мицелием. Данный этап выращивания вешенки также требует соблюдения стерильности и правил фитосанитарных норм. Инакуляцию следует проводить в помещениях предварительно дезинфицированных и обработанных кварцевыми лампами. Для закладки субстрата используют ящики длиной 60 см, шириной 30-40 см., высотой около 30 см, мешки наиболее оптимально использовать диаметром 30-40 см, высотой 60-90 см, перфорация (отверстия 1-2 см в диаметре) или прорези 8-10 см делают в шахматном порядке на расстоянии друг от друга 10-12 см. Инакуляцию субстрата мицелием, как правило осуществляют одновременно с закладкой субстрата в емкости послойно (слой 5-7 см субстрата - слой мицелия). Однако можно посевной мицелий смешивать с субстратом и затем упаковывать и инакулированную смесь в емкости или спрессовать в блоки и обернуть перфорированной полиэтиленовой пленкой. Если субстрат пастеризовался в мешках или ящиках, то необходимо мицелий закладывать в проделанные кольцом отверстия в субстрате на глубину 10-12 см, также в шахматном порядке шагом 10-15 см. Важную роль в этом процессе играет количество вносимого мицелия, его качество и условия культивирования. В среднем для нормального развития грибницы достаточно вносить 3-5% мицелия от массы субстрата. Малые дозы могут привести к увеличению продолжительности разрастания мицелия в субстрате, что позволит беспрепятственно развиваться плесневым грибам и угнетать развитие вешенки, в конечном итоге отразится на качестве и количестве урожая. При большом процентном содержании мицелия в субстрате, хотя и ускоряет процесс разрастания грибницы, однако приводит к быстрому нагреванию массы, что может вызвать гибель мицелия вешенки. К тому же повышенные температуры в субстрате стимулируют развитие многих микроорганизмов и бактерий, которые отрицательно сказываются на росте вешенки. После внесения мицелия мешки закрывают у горловины, а ящики накрывают перфорированной пленкой или фольгой. Это делается для того, чтобы не испарялась влага с поверхности субстрата. Затем емкости с инакулированным субстратом помещают в специальные боксы или помещения (инкубаторы) соблюдая условия микроклимата.

Температура должна находиться в пределах 18-22 град., а влажность воздуха до 90%. Свет на данном этапе не нужен, мицелий растет в темноте. Прорастание мицелия продолжается в среднем от 14 до 20 дней, в зависимости от температуры окружающего воздуха и температуры внутри грибного блока (чем выше температура, тем быстрее рост).

Продолжительность может зависеть от сырья из которого приготовлен мицелий, обычно субстрат основанный на соломе пшеницы или ржи обростает быстрее, чем на соломе из ячменя и подсолнечной лузги, а на субстратах из стружки или коры продолжительность роста мицелия может увеличиваться в несколько раз. При нормальном развитии грибницы уже на 3-5 день после инакуляции можно обнаружить беловатые нити и белый налет, на 8-10 день мицелий пронизывает грибной блок на всю глубину и поверхность блока приобретает белый или кремовый оттенок, при том блок становится упругим, обладает приятным грибным запахом. Во время разрастания мицелия особое внимание уделяется температурному режиму в инкубационном помещении, относительной влажности воздуха, а наиболее важно контролировать температуру субстрата в толще грибного блока. В течении первой недели, особенно на третий-четвертый день после инакуляции, субстрат нагревается и разница между температурой воздуха и субстрата может достигать 7-8 град. Только по истечении первой недели температура в субстрате начинает падать. Степень нагревания субстрата зависит от многих факторов, в большей степени на это влияет количество мицелия в субстрате, от веса грибного блока(чем он больше, тем быстрее и сильнее разогрев), от расположения и количества грибных блоков в помещении (при тесном расположении вероятность перегрева выше), от температуры в помещении и т.д. Контроль температуры субстрата имеет важнейшую роль на данном этапе, ведь мицелий вешенки очень чувствителен к повышенной температуре, поэтому крайне важно поддерживать температуру в субстрате на уровне 23-27 град, при ее увеличении необходимо принимать срочные меры (включить вентиляцию или кондиционирование). Еще одним условием нормального развития вешенки является наличие свежего воздуха, при его отсутствии активизируются дрожжевые грибы и бактерии, которые сбрасывают легкодоступные питательные вещества. Это можно увидеть на дне мешков где собирается избыточная влага и субстрат приобретает желтый цвет, поэтому необходимо обеспечить аэрацию субстрата дополнительной перфорацией особенно в нижней части грибного блока. В первые дни инкубации в субстрате повышается содержание углекислого газа (до 25%), что ингибирует развитие конкурентов, а рост вешенки даже стимулирует, однако превышение нормы до 35 % может губительно действовать на грибницу. При нормальном течении процесса мицелий разрастается по всей толще грибного блока, однако иногда бывают участки, не обросшие мицелием вешенки, что значительно снизит урожайность этого блока из-за присутствия в нем конкурентной

микрoфлоры. Такие пораженные грибные блоки лучше удалить из инкубационного помещения, что бы обезопасить от заражения другие блоки с субстратом. В процессе инкубации и роста грибницы в субстрате происходят важные микробиологические процессы в дальнейшем инициирующие плодоношение. К концу инкубационного периода разрошыйся мицелием субстрат превращается в плотную однородную массу определенной формы - грибной блок.

6. Плодоношение и сбор урожая. Плодоношение - завершающий этап в искусственном культивировании вешенки. После инкубационного периода, проросшие мицелием грибные блоки переносят в выростное помещение, где создают специальные условия микроклимата, соответствующего благоприятному росту плодовых тел вешенки. Как и на предыдущих стадиях производства, основными параметрами для нормального плодоношения являются: температура, влажность воздуха, вентиляция и освещение. Грибные блоки укладывают в штабеля высотой 80-100 см и шириной 50-60 см, между ними оставляют проход около 1м для доступа персонала, ухода и сбора урожая. Если вешенка культивируется в мешках, то их также можно укладывать в штабеля, приоткрыв на две трети длины. Мешки можно укладывать на многоярусные стелажы, подвешивать к потолку, устанавливая на специальные заостренные сверху штыри и просто раставлять на бетонный пол, причем необходимо оставлять между блоками 40-50 см для того чтобы можно было осматривать их со всех сторон и для нормального воздухообмена. Наиболее приемлимая температура воздуха в выростном помещении для зимних штаммов 11-15 град, летних 18-20 град. Относительная влажность воздуха для нормального развития гриба должна быть 90-95 %, что достигается регулярным мелкодиспенсорным распылением влаги при помощи увлажнителей типа "Туман" или обильный полив стен и пола. Крайне важно, чтобы капельная влага не попадала на блоки, особенно первые 4-5 дней для предотвращения их загнивания. Обычно для поддержания приемливого режима достаточно увлажнять помещение два раза в сутки, а при влажности ниже 80% количество поливов необходимо увеличить до четырех. Плодоношение обычно наступает на 7-10 день после выставления блоков в выростное помещение, при этом на стенках блоков и в перфорациях полиэтиленовых мешков появляются многочисленные мелкие зачатки плодовых тел, из которых через 10-15 дней вырастают плодовые тела вешенки. После появления первых грибов влажность воздуха желательно немного снизить до 80-85%, что является оптимальной для роста вешенки в этот период. Существенное влияние на процесс плодоношения оказывает свет. Для инициации плодоношения необходимо обеспечить освещенность 30-40 люкс, а с появлением первых грибов освещенность необходимо увеличить до оптимальных для всех штаммов вешенки 200-600 люкс на 12 часов в сутки.

При недостаточном естественном освещении используют трубчатые лампы дневного света или другие лампы ДРЛ. Еще одним наиболее важным фактором нормального развития вешенки в период плодоношения - есть обеспечение в помещении воздухообмена с помощью вытяжных вентиляторов или естественным проветриванием. Содержание углекислого газа в воздухе выростного помещения не должно превышать 0,4%, в противном случае плодовые тела развиваются аномально, вырастают грибы уродливой формы, с длинной ножкой и маленькой шляпкой, мелкие и бледные (как на картинке). Для обеспечения нужной концентрации кислорода необходимо сменить 8-10 объемов воздуха в час, или подавать 120-150 куб.м. свежего воздуха на 1 тонну субстрата в час. При соблюдении всех технологических норм температурного режима, воздухообмена и влажности через 18-22 дня после создания условий микроклимата для плодоношения, можно собирать первый урожай. Вешенка растет гроздьями, их срезают у самого основания ножки, что бы предотвратить загнивание блока или просто выкручивают из субстрата, но нужно следить за тем чтобы не повредить мицелий (обычно гроздь хорошо отделяется от поверхности блока). Грибы укладывают в полипропиленовые ящики или корзины по 6-7 кг. Продукт очень хрупкий, поэтому при сборе урожая упаковки и транспортировки требуется осторожность для сохранения товарного вида вешенки. Через 10-15 дней после сбора первого слоя появляется второй слой (волна). Таких волн плодоношения бывает до четырех, однако наибольший урожай дают первые две (до 60-70% первая волна и 20-25 вторая) поэтому на предприятиях обычно собирают урожай первого и второго слоя, затем блоки заменяют новыми. Однако на мелких производствах и частных хозяйствах грибководы любители снимают третью и даже четвертую волну плодоношения. Количество и качество урожая в большей мере зависит от качества субстрата, например грибные блоки приготовленные на соломенном субстрате дают урожай составляющий 60-70% от массы блока, стружка и опилки менее продуктивны и урожай с них около 30-35 %. Поэтому выбор сырья для приготовления субстрата зависит от многих факторов и наличия в каждом регионе. После сбора урожая и удаления отплодоносивших грибных блоков, проводят дезинфекцию помещения опрыскивая его 2-4% раствором хлорной извести или формалина, закрывают на двое суток, затем тщательно проветривают и помещают в него новую партию грибных блоков. Таких оборотов можно сделать до четырех, что обеспечит непрерывное производство круглый год.

Практическая часть.

Практическая часть исследования заключалась в экспериментальной апробация основных этапов интенсивного метода выращивания вешенки от выращивания зернового мицелия до получения плодовых тел гриба вешенки.

Для выращивания был выбран штамм **Китайский черный**. Селекция штамма осуществлена в Китае. Обоснованием выбора является то, что штамм:

- не прихотлив и хорошо растет и плодоносит на различных растительных субстратах - пшеничной соломе, шелухе подсолнечника, отходах переработки кукурузы и др.
- является зимним скороспелым, от посева до технической спелости проходит около 25 дней.
- хорошо плодоносит при температурах, превышающих оптимальные значения для других штаммов. Имеет широкий диапазон температур плодоношения - от 14-16 до 24-26°C. Оптимальной является температура в 13-17 °C.
- не требуется холодового шока для инициации примордиев, что снижает трудоемкость выращивания, а также позволяет осуществлять выращивание грибов в теплые сезоны.
- характеризуется высокой скоростью роста и быстрым переходом к плодоношению.

Китайский черный образует крупные сростки. Шляпки плодовых тел – 8-15 см в диаметре, выпукло-округлые, у ножки слегка вдавленные. Ножка короткая, боковая, рыхлая. Мякоть гриба белая и нежная. Цвет шляпки меняется в зависимости от стадии развития, температуры и освещения. Окраска шляпки при низкой температуре темно-коричневая или серо-бежевая, а при высокой - светло-бежевая. Грибы с очень хорошими внешними и вкусовыми качествами, хорошо переносят транспортировку.

1 этап экспериментальной части исследования заключался в **выращивании зернового мицелия** (Приложение 1.).

Субстратом для наработки мицелия служило **зерно пшеницы и ячменя**. Методика получения зернового мицелия заключалась в следующем: 800 гр. зерна после промывки водопроводной водой поместили в 2-литровую банку, залили водой и оставили на 15 часов для набухания. Затем промыли и кипятили на слабом огне в течение 20-25 мин. Затем отвар слили через сито, а зерно рассыпали на столах слоем 3-5 см для просушивания. Далее в стерильной миске смешали зерно с 30 гр. гипса и 10 гр. мела. Эти добавки регулируют pH среды, выполняя роль буфера. Кроме того, гипс предотвращает склеивание зерна, способствуя лучшей аэрации субстрата. Смешали зерно с мицелием гриба и расфасовали по стерильным полиэтиленовым мешкам, заполнив их наполовину. В верхнюю часть мешка встали стерильный ватный фильтр для воздухообмена и поставили блоки в темное место. При комнатной температуре 18-20 °C.

Заращение зерна мицелием происходит очень интенсивно в течение 7 дней. За это время зерновой блок плотно покрывается ватообразным белым мицелием, и становится плотным как камень. В таком состоянии мицелий готов к употреблению. Часть его мы использовали сразу, а часть отложили на хранение в морозильную камеру.

Важно отметить, что вся работа проводилась в стерильных условиях. Помещение предварительно обеззараживалось раствором белизны, облучалось кварцем.

2 этап экспериментальной работы – формирование субстратного блока, инокуляция мицелия.

В качестве субстрата нами была использована *солома пшеницы*. Отметим, что важно использовать именно солому, т.е. полые стели злаков. Сено для этих целей не подходит, т.к. в дальнейшем оно будет накапливать избыточное количество влаги, что отрицательно скажется на росте мицелия и плодовых тел гриба.

Солому предварительно измельчаем на мелкие фракции длиной 5-7 см. Затем подвергаем ее термической обработке в горячей воде. Мешок с измельченным сеном погружается в горячую воду. На этом этапе под воздействием высокой температуры убивается посторонняя микрофлора и растворяется восковый налет, которым покрыты стебли пшеницы. По истечении 2 часов мешок достаем из горячей ванны и даем ему остыть до комнатной температуры.

Далее в стерильный полиэтиленовый мешок слоями выкладываем солому, и горстками, зерновой мицелий и предварительно отваренные зерна пшеницы, ячменя, отруби, которые послужат дополнительным источником органических веществ для мицелия гриба.

Сформированный грибной блок завязываем в верхней части. Важно, при завязывании мешка не оставлять в его верхней части пустого пространства. В этом воздушном пузыре могут появиться примордии, которые в дальнейшем погибнут.

На мешках делаем с каждой стороны четыре прорези по 5 см: две в верхней части мешка и две в нижней. В таком состоянии ставим субстратный блок в темное место при комнатной температуре и влажности воздуха – 72 – 75%.

Форма пакетов может быть удлиненно-цилиндрической 30x70см или кубической 35x40 см. Диаметр пакетов делают от 20 до 35 см, больший диаметр приведет к перегреву субстрата. Пакеты, имеющие кубические габариты, удобно ставить на горизонтальный стеллаж, цилиндрические удлиненные пакеты необходимо подвешивать.

3 этап – инкубация мицелия.

Сформированный грибной блок был размещен нами в закрытом стеллаже, что позволило поддерживать определенные параметры микроклимата, необходимые для развития мицелия в массе субстрата. В период прорастания мицелия температура

поддерживалась на уровне 16 – 20 °С, влажность 72 – 80%. Наличие света пагубно влияют на развитие мицелия в блоке, поэтому весь процесс инкубации, протекал в полной темноте.

В результате наблюдений нами было выявлено несколько **стадий стадии созревания мицелия.**

1 стадия – стадия пушения. Наблюдается в первые 4 дня, в нашем случае на 3 сутки.

Вокруг семечка появляется пушистый белый ореол диаметром от 5 мм до 1 см.

На этой стадии созревания мицелия важно контролировать температурный баланс. Когда температура в норме, то пушение активное, если выше или ниже нормы, то пушение слабое.

На 5 сутки в грибном блоке был отмечен подъем температуры до отметки

29-34 °С. Во избежание перегрева блока, которое может привести к гибели мицелия, мы снижали комнатную температуру до 16 °С.

2 стадия – зебровидная. Грибной блок начинает зарастать слоями. Появляется характерная зебровидная окраска – чередование темно-коричневых и светло-коричневых полос.

3 стадия – появление и развитие примордиев.

Примордии – это зачатки плодовых тел грибов. В процессе наблюдений мы выделили **крупинчатую и коралловидную стадии** развития примордиев.

Крупинчатая стадия появилась на 9 сутки после засева мицелия. На этой стадии на поверхности грибного блока отмечалось появление большого количества крупинок похожих на сахар. На этой стадии грибной блок выносятся на свет и создается высокая влажность – 90 – 95%. В лабораторных условиях уровень влажности в помещении повышался за счет увлажнителя воздуха.

На 12 сутки крупинки видоизменяются и становятся похожими на **ветвистый коралл** (или кустистый лишайник).

4 стадия - появление и развитие плодовых тел.

На 17 сутки веточки «коралла» образовали первичные плодовые тела с хорошо различимой шляпкой и ножкой. На этом этапе расширяем надрез, т.е. растягиваем его в обе стороны до 10 см в обе стороны от плодового тела.

Когда шляпки примордиев потемнели, начинаем полив из опрыскивателя 3 – 4 раза в сутки.

Далее начнет созревать друза. На этой стадии поддерживаем температуру воздуха на уровне 16 - 19°С, влажность 90 – 95%, чередуем режим освещения и темноты по 12 часов,

проветриваем помещение 3-4 раза в сутки. Друга достигла технической спелости, когда

диаметр верхних шляпок достиг 12 см., а нижних – 4 см. Сбор плодовых тел производится их выкручиванием из блока.

Таблица 1.

Этапы культивирования штамма Китайский черный в интенсивной культуре

Биологическое событие, продолжительность, сут.	Дата	Температура воздуха, °С	Влажность воздуха, %	Температура субстрата, °С	Диаметр шляпок, см
засев мицелия в субстратный блок	2 декабря	18	72	25	
	3 декабря	19	72	26	
пушение мицелия, 3 суток	4 декабря	19	76	27	
	5 декабря	18	72	27	
	6 декабря	15	76	29	
зебровидный мицелий, 3 суток	7 декабря	16	79	32	
	8 декабря	16	72	34	
	9 декабря	16	72	34	
крупинчатый мицелий, 3 суток	10 декабря	16	69	29	
	11 декабря	17	90	24	
	12 декабря	17	86	23	
коралловидный мицелий, 15 суток	13 декабря	18	87	23	
	14 декабря	17	77	24	
	15 декабря	17	67	23	
	16 декабря	15	64	25	
	17 декабря	15	74	25	
		средн.=17	средн.=75	средн.=27	
появление и рост плодовых тел, 14 суток	20 декабря	19	95	25	
	21 декабря	19	90	25	0,5
	22 декабря	19	91	25	0,7
	23 декабря	18	90	25	0,8
	24 декабря	17	93	25	0,9
	25 декабря	16	94	24	1
	26 декабря	17	90	24	1,6
	27 декабря	16	90	24	1,8
	28 декабря	16	92	24	2,0
	29 декабря	17	90	23	2,8
	30 декабря	16	94	23	4,5
	31 декабря	17	95	23	6,0
	1 января	16	95	22	9,0
	2 января	18	95	22	10,0
	средн.=17	средн.=92	средн.=24		
Сбор плодовых тел первой волны	3 января	18	91		12,0

Заключение

Вешенка обыкновенная культивируется в промышленных масштабах во многих странах мира, включая Россию. Высокий интерес к выращиванию этих грибов в интенсивной культуре обусловлен возможностью получения экологически чистого, ценного по своим биологическим свойствам продукта питания.

В исследовательской работе опыт интенсивного выращивания вешенки в промышленных масштабах адаптирован для получения грибов в домашних условиях.

В качестве штамма *Pleurotus ostreatus*, перспективного для выращивания в интенсивной культуре был выбран штамм *Китайский черный*. Основанием для выбора послужили такие его свойства как: скороспелость, способность плодоносить в широком диапазоне температур, высокая скорость роста и быстрый переход к плодоношению.

В процессе эксперимента последовательно осуществлены и описаны основные этапы интенсивной технологии, позволяющие получить плодовые тела грибов:

- выращивание зернового мицелия;
- подготовка субстратного блока на основе соломы, включающая измельчение, термообработку и инокуляцию мицелия;
- инкубация мицелия с прохождением нескольких стадий развития примордиев: пушения, зебровидной, крупинчатой и коралловидной;
- выращивание и сбор плодовых тел первой волны.

В качестве основных экологических факторов, влияющих на развитие мицелия, примордиев и плодовых тел гриба определены: температура, свет, влажность, отсутствие враждебной микрофлоры.

В ходе эксперимента были установлены временные интервалы для всех этапов развития гриба. Общий временной интервал с момента засева мицелия в субстратный блок до сбора урожая составил - 31 день. Причем развитие мицелия, включая все стадии примордиев, составило промежуток времени равный развитию плодовых тел – 15 суток.

Средняя температура необходимая развития мицелия и примордиев составляет 17°C, влажность воздуха 75%. средняя температура необходимая для роста плодовых тел также составляет 17°C, а влажность воздуха - 92%. Значительное разогревание субстратного блока наблюдалось на этапе пушения и зебровидного мицелия. Температурный баланс регулировался за счет понижения комнатной температуры до 15-16 °С. Соблюдение вышеперечисленных условий позволило получить плодовые тела штамма *Китайский черный* в интенсивной культуре.

Литература:

1. Алиев Э.А., Смирнов Н.А. Технология возделывания овощных культур и грибов в защищенном грунте. М.: Агропромиздат, 1987.
2. Дьяков Ю.Т. Ботаника: курс альгологии и микологии. М: МГУ, 2007
3. Кутафьева Н.П. Морфология грибов. Новосибирск: изд-во НГУ, 2003.
4. Морозов А.И. Выращивание вешенки. М.: АСТ, 2003
5. Переведенцева Л.Г. Микология: грибы и грибоподобные организмы. М.: Лань, 2012
6. Раптунович Е.С., Федоров Н.И. Искусственное выращивание съедобных грибов, Минск: Высшая школа, 1994.
7. Тахтаджян А.Л. Мир растений. Грибы. М.: Просвещение, 1991.
8. Тихоненко И.А. Коммерческое выращивание грибов вешенка. Запорожье, изд-во НАНУ, 2006.
9. Троекурова М. Грибы. Собираем, выращиваем и готовим. Ростов-на-Дону: Феникс, 2001.
10. Труховец В.В. Эколого-биологические особенности вешенки обыкновенной и ее культивирование в Белоруссии. Гомель, 2010.



Рис.1. Зерновой мицелий



Рис.2. Субстратный блок



Рис.3. Заращение блока мицелием (збровидная окраска)

Рис.4. Развитие примордиев









