

На правах рукописи

УДК: 635.8:658.512

СМЕТАНИНА ЛАРИСА ГЕННАДИЕВНА

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВЫРАЩИВАНИЯ  
ВЕШЕНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (PLEUROTUS OSTREATUS (Jacq.: Fr.) Kumm.)

Специальность: 06. 01. 09 – овощеводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва – 2013

Диссертационная работа выполнена в отделе защищенного грунта Государственного научного учреждения - Всероссийский научно – исследовательский институт овощеводства Россельхозакадемии в 2006 – 2012 годах

**Научный руководитель:**

доктор сельскохозяйственных наук

Алексеева

Ксения Леонидовна

**Официальные оппоненты:**

доктор биологических наук,

профессор

Краснопольская

Лариса Михайловна

(Институт по изысканию новых антибиотиков им. Г.Ф.Гаузе)

доктор сельскохозяйственных наук,

профессор

Песцов

Георгий Вячеславович

(ФГБОУ ВПО Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н.Толстого)

**Ведущая организация:**

ФГОУ ВПО Российский

государственный аграрный

заочный университет

Защита состоится « 18 » апреля 2013 года в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 006.022.01 в ГНУ ВНИИ овощеводства Россельхозакадемии по адресу: 140153, Московская область, Раменский район, д. Верея, строение 500, тел/факс: 8 (49646)2-43-64 e-mail: vniioh@yandex.ru

Сайт: [www.vniioh.ru](http://www.vniioh.ru)).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всероссийского научно – исследовательского института овощеводства.

Автореферат разослан « 15 » марта 2013 года

Ученый секретарь

диссертационного совета

Н.Л. Девочкина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** В отечественном грибоводстве среди культивируемых грибов одно из ведущих мест занимает вешенка, так как для её выращивания применяется относительно простая технология приготовления субстрата, а организация производства не требует высоких материальных затрат и дорогостоящего оборудования.

Интенсивная промышленная технология культивирования грибов предъявляет высокие требования к посевному мицелию, качество которого в значительной степени определяет урожайность плодовых тел.

Мицелий выращивается в стерильных условиях и для обеспечения его качества важное значение приобретает технология приготовления зернового субстрата, так как агрофизические свойства зерна определяют режимы его термообработки и последующие сроки хранения посадочного материала.

Грибная инфекция, поражающая мицелий, передается воздушным путем в момент проведения технологической операции перетаривания засеянного зернового субстрата из стеклянной тары в полиэтиленовые пакеты. Доказательством тому послужило изучение видового состава грибов – микромицетов, выделенных из образцов зараженного мицелия и микрообсеменности воздуха лабораторных помещений, которое показало их идентичность. Актуальным является вопрос усовершенствования отдельных технологических процессов получения посевного материала съедобных грибов, позволяющие исключить процесс перетаривания инокулированного зерна. Эту проблему позволяет решить низкотемпературный способ стерилизации, который нашел своё широкое применение в медицине.

Очень остро стоит проблема устойчивости мицелия к зелёным плесеням рода триходерма, колонизирующие субстратные блоки и вызывающие отмирание мицелия в период его адаптации на лигно – целлюлозном субстрате. В связи с этим большое значение приобретает разработка агротехнических приёмов, направленных на усиление защитно – стимулирующих свойств питательных сред по отношению к мицелию.

**Цель исследований.** Усовершенствование технологических процессов выращивания вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm.), обеспечивающие круглогодичное производство продукции.

**Задачи исследований.**

1. Изучить влияние состава зернового субстрата и режимов его автоклавирования на скорость роста и сроки хранения мицелия вешенки;

2. Определить возможность использования низкотемпературного способа обеззараживания зернового сырья с помощью стерилизационной газовой смеси в технологии выращивания мицелия вешенки;
3. Изучить скорость зарастания субстратных блоков в зависимости от способов инокулирования мицелия;
4. Разработать экологически безопасные меры профилактики и защиты вешенки от болезней;
5. Дать экономическую оценку разработанных элементов технологии культивирования вешенки.

**Научная новизна работы.** Показана возможность использования низкотемпературного способа обеззараживания зернового субстрата с применением этиленоксидной стерилизации (патент № 2405304, 19.01.2009).

Разработан способ повышения жизнеспособности мицелия вешенки на основе подбора наиболее перспективного зернового сырья для приготовления питательного субстрата и использования биологически активных веществ нового поколения.

Оптимизирован режим проведения обеззараживания зернового субстрата.

Обоснован способ оптимизации динамики температурного режима субстратных блоков при различных способах инокулирования мицелия.

Проведена идентификация возбудителя опасного заболевания вешенки – гриба *Cladobotrium musophilium*, вызывающий паутинистую плесень плодовых тел, изучены его биологические особенности и рассмотрены меры профилактики и защиты.

**Практическая значимость.** Обоснован низкотемпературный этиленоксидный способ стерилизации зернового субстрата, позволяющий исключить процесс перетаривания инокулированного зерна в технологии производства мицелия.

Разработаны элементы технологии круглогодичного выращивания вешенки на основе применения биологически активных веществ и различных способов посева мицелия в грибной субстрат, обеспечивающие повышение выхода продукции с единицы субстрата на 15,6% и снижение потерь от болезней на 25 – 30%.

Разработаны меры профилактики и защиты плодовых тел вешенки от паутинистой плесени, позволяющие снизить долю нестандартной продукции на 18,7 %.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации были доложены на Международной научно – практической конференции, посвящённой 125 – летию со дня рождения Н.И.Вавилова (2012г.), Учёном Совете ГНУ ВНИИ овощеводства (2012г.) и на заседаниях методической комиссии отдела защищённого грунта (2006 – 2012гг).

По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, в том числе 3 в изданиях, рекомендованных ВАК, в т.ч. патент на изобретение.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Низкотемпературный способ обеззараживания зернового субстрата с применением стерилизационной газовой смеси (этиленоксид 10% + двуокись углерода 90%), позволяющий исключить процесс перетаривания инокулированного зерна.
2. Агротехнические приёмы повышения приживаемости мицелия вешенки, усовершенствование способа посева, использование биологически активных веществ, обеспечивающие повышение выхода грибной продукции на 14 – 16%.
3. Способ защиты плодовых тел вешенки от паутинистой плесени, снижающий долю нестандартной продукции на 18,7%.

**Объём и структура диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, общих выводов, рекомендаций производству, списка использованной литературы, включающего 164 источника, из них 22 иностранных, 2 приложения. Изложена на 121 странице компьютерного текста, иллюстрирована 27 таблицами, 26 рисунками, в том числе 22 фотографиями.

#### **МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Исследовательская работа по теме диссертации выполнялась в период с 2006 по 2012 годы, в отделе защищённого грунта ГНУ ВНИИО Россельхозакадемии; на базе экспериментального цеха по производству мицелия съедобных грибов станции защиты растений г. Раменское; стерилизационного комплекса ООО «М.А.Стер» г. Луховицы и цехов по выращиванию вешенки ООО «Агрообслуживание» и ЗАО Агрофирма «Нива». Определение органолептических и физико – химических показателей зерна проводили в ФГУ Федеральном Центре оценки безопасности и качества зерна и продуктов его переработки г. Раменское.

Приготовление зернового субстрата осуществляли в промышленном автоклаве марки ГП – 400 и на установке итальянской фирмы «DE LAMA S.p.a. – PAVIA» в стерилизационной камере «DLOq – 1885 м<sup>3</sup>» с использованием газовой смеси окиси этилена и двуокиси углерода.

Объектами исследований являлись мицелий и плодовые тела вешенки обыкновенной – штамм НК – 35, исходные материалы для производства зернового субстрата, их физико – химические характеристики, способы и режимы стерилизации при использовании современного отечественного оборудования.

Исследования проводились в соответствии с общепринятыми рекомендациями и методиками:

Микробиологические и микологические анализы образцов питательных субстратов проводили прямым микроскопированием в накопительных культурах во влажных камерах, а также методами посева и разведения на агаризованную картофельно – глюкозную питательную среду (Методы экспериментальной микологии. Справочник, 1982, Сэги Й., 1983). Для идентификации выделенных в чистую культуру микроорганизмов использовали определители (Литвинов М.А., 1969; Кириленко Т.С., 1973).

Оценку влияния различных способов обработки зерна проводили путём учёта инфицированности субстратных блоков и урожайности плодовых тел вешенки в зависимости от вариантов опыта. Определение жизнеспособности мицелия осуществлялось по общепринятой методике (Дудка И.А., 1992).

Микрообсеменённость воздуха в культивационных помещениях оценивалась методом седиментации с использованием агаровых ловушек.

Подбор концентраций регуляторов роста проводили в серии лабораторных опытов методом последовательного разведения рабочих растворов «Методики испытаний регуляторов роста и развития растений в открытом и защищённом грунте» (1990).

В период производственных испытаний проводили фенологические наблюдения за скоростью роста мицелия вешенки на питательных средах, инфицированность субстратных блоков, сроками начала плодообразования и урожайность вешенки. Степень зарастания зерна и субстратных блоков мицелием оценивали по 5-и бальной шкале на 14 сутки после посева:

- до 20% объёма субстрата – 1 балл;
- от 20% до 40% объёма субстрата – 2 балла;
- от 40% до 60% объёма субстрата – 3 балла;
- от 60% до 80% объёма субстрата – 4 балла;
- от 80% до 100% объёма субстрата – 5 баллов.

Жизнеспособность и сроки хранения посевного мицелия изучали при использовании зерновых питательных субстратов различного состава (на основе пшеницы, ржи, ячменя и проса). Оценивали качество стерилизации при следующих режимах автоклавирования: 2атм/1час; 1,5атм/2часа; 1,5атм/1,5часа; 1,5атм/1час; 1атм/1час. Плотность зарастания субстратных блоков мицелием вешенки и степень их инфицированности изучали при постановке мелкоделяночных опытов. Вешенку выращивали на основе соломы и костры льна. Урожайность вешенки учитывали методом взвешивания по мере созревания плодовых тел. Проводилась сравнительная оценка различных способов посева мицелия

вешенки в субстрат. Изучалось влияние перемешанного и послойного инокулирования на скорость зарастания, инфицированность и урожайность субстратных блоков. Оценка влияния этиленоксидного способа обеззараживания зерновой питательной среды на хозяйственно – биологические особенности мицелия проводилась в различных режимах стерилизации в зависимости от нормы и времени подачи газа (18 вариантов). При изучении влияния упаковочного материала на сохранение стерильности зерновой питательной среды использовали следующие виды тары:

- комбинирование полиэтиленовой плёнки с бумагой;
- полиэтиленовая плёнка с перфорированным бумажным клапаном;
- полиэтиленовая плёнка с клапаном из нетканого материала.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1985) и на персональном компьютере с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **Влияние зернового субстрата на скорость роста и сроки хранения посевного мицелия**

Каждый производитель мицелия использует наиболее доступный и дешевый источник зернового сырья. Тем не менее, зерновые культуры относятся к различным семействам и отличаются между собой соотношением питательных веществ и физико – химическим составом, которые определяют степень склеиваемости распаренного зерна и адаптации мицелия в грибном субстрате.

Одним из основных показателей качества посевного мицелия является его стерильность и приготовление зернового сырья осуществляется в автоклавах. Важным условием технологии является определение оптимального режима автоклавирования для каждого вида зерна. В задачу исследований входила оценка стерильности питательной среды в зависимости от режимов термической обработки (таблица 1).

Как показали результаты, высокое качество стерилизации питательного субстрата на основе проса обеспечивается в более экономичном режиме автоклавирования (1,5атм/1,5час). Очевидно, это происходит благодаря малым размерам зерновки. При этом наблюдается хорошая сыпучесть зерна. На пшенице, ржи и ячмене при этом режиме было обнаружено наличие бактериальной инфекции. Для достижения их стерильности необходимо увеличить либо давление до 2-х атмосфер, либо экспозицию до 2-х часов. Это приводит к нарушению структуры зерновых питательных сред. Наблюдается их слабая сыпучесть и происходит карамелизация сахаров, что угнетает рост мицелия.

**Таблица 1 – Скорость роста мицелия вешенки в зависимости от вида зернового субстрата и режимов его автоклавирования**

Режим	Структурно-морфологические свойства	Степень зарастания субстрата на 14-е сутки, %				Наличие инфекции			
		пшеница	ячмень	рожь	просо	пшеница	ячмень	рожь	просо
2 атм / 2 час.	Разваривание и слабая сыпучесть всех видов сырья, карамелизация сахаров	10	10	10	20	стерильно	стерильно	стерильно	стерильно
2 атм / 1,5 час.	Слабая сыпучесть проса, пшеницы, растрескивание зерен ячменя, ржи	80	70	70	100	стерильно	стерильно	стерильно	стерильно
2 атм / 1 час.	Слабая сыпучесть пшеницы	80	70	70	100	бактерии	бактерии	бактерии	стерильно
1,5 атм / 2 час.	Разваривание и слабая сыпучесть всех видов сырья, карамелизация сахаров	50	60	70	80	стерильно	стерильно	стерильно	стерильно
1,5 атм / 1,5 час	Растрескивание зерна пшеницы, ячменя, ржи. Сыпучесть проса хорошая	30	50	60	100	бактерии	бактерии	бактерии	стерильно
1 атм / 1 час.	-	20	25	40	90	бактерии	бактерии	бактерии	бактерии

Важным показателем качества посевного материала является его пригодность к длительному хранению. Были проведены исследования на изучение жизнеспособности мицелия при различных сроках хранения. Для этого зерновки с мицелием ежемесячно высевали на агаровую среду и определяли диаметр колоний и процент опухших зерновок (таблица 2). Органолептическую оценку посадочного материала проводили по таким показателям, как рассыпчатость зернового субстрата, цвет и наличие капель экссудата.



**Таблица 2 – Влияние длительности хранения мицелия на его жизнеспособность  
(температура хранения + 1°С)**

Состав питательной среды	Время учёта, месяц													
	1		2		3		4		5		6		7	
	%	см	%	см	%	см	%	см	%	см	%	см	%	см
Пшеница	100	8,6	84,1	7,4	32,4	4,9								
Ячмень	100	8,6	84,7	7,9	69,7	7,6	57,4	5,1						
Рожь	100	8,8	89,1	8,1	76,8	7,7	68,3	6,9	61,4	4,9				
Просо	100	8,9	100	8,6	100	7,9	100	8,0	100	7,8	94,1	7,5	72	4

Результаты проведённых исследований показали, что лучшим зерновым субстратом для производства мицелия является просо. Мицелий сохраняет жизнеспособность в течение 7-ми месяцев. Наиболее коротким сроком хранения обладает мицелий, выращенный на пшенице. Максимальный процент опухившихся зерновок (84,1%) сохранялся только в течение 2-х месяцев. Жизнеспособность мицелия, выращенного на ржи и ячмене, сохраняется в течение 3-х месяцев.

#### **Обоснование низкотемпературного способа обеззараживания зернового субстрата методом этиленоксидной стерилизации**

Традиционным способом приготовления зернового субстрата для выращивания мицелия культивируемых грибов является автоклавирование. При этом возникает проблема предотвращения заражения грибницы посторонней микрофлорой, появляющейся в результате технологической операции перетаривания мицелия из стеклянной тары в полиэтиленовые пакеты. Решению создавшейся проблемы способствует использование в грибоводстве низкотемпературного способа обработки зернового субстрата с помощью стерилизационной газовой смеси, состоящей из этиленоксида (10%) и двуокиси углерода (90%).

На стерильность и степень зарастания зернового субстрата было изучено 18 режимов, отличающихся между собой по времени обработки и дозировке фумиганта.

Исследования показали, что оптимальным режимом, обеспечивающим стерильность и высокую плотность зарастания субстрата мицелием, является режим фумигации 100мг/м<sup>3</sup>. При других режимах была выявлена бактериальная или грибная инфекция. Плотность зарастания субстрата была ниже, чем в контроле на 30...80% (таблица 3).

**Таблица 3 – Влияние режимов фумигации на стерильность и степень зарастания  
зернового субстрата**

Вариант		Наличие инфекции	Степень зарастания зерновой среды, %
автоклавирование (контроль)		стерильно	100
Фумигация			
концентрация, мг/м <sup>3</sup>	экспозиция, минуты		
1000	300	стерильно	нет роста
1000	180	стерильно	нет роста
1000	90	стерильно	нет роста
700	300	стерильно	20
700	180	стерильно	40
700	90	бактерии	50
400	300	стерильно	40
400	180	бактерии	30
400	90	бактерии	40
160	300	стерильно	20
160	180	Penicillium	40
160	90	бактерии	60
100	300	стерильно	40
100	180	бактерии	60
100	90	стерильно	100
50	300	бактерии	80
50	180	бактерии	60
50	90	Rizopus, Acremonium, Penicillium, бактерии	нет роста

#### **Подбор тары для этиленоксидной стерилизации зернового субстрата**

Для сохранения стерильности зерновой питательной среды, обработанной методом фумигации, важное значение имеет использование упаковочного материала, обеспечивающего надёжную защиту зерна от повторного инфицирования в период его зарастания мицелием, а также транспортировки готовой продукции потребителю (таблица 4).

**Таблица 4 – Подбор тары для стерилизации зернового субстрата газовой смесью**

Емкость для выращивания мицелия	Наличие инфекции	Степень зарастания зерновой среды на 8-е сутки, %	Органолептическая оценка
Комбинирование пленки с бумагой	Грибная инфекция, бактерии	25	Наблюдалось нарушение спайки между пленкой и бумагой. Пакеты в период зарастания зерна мицелием расклеивались.
Пленка с перфорированным бумажным клапаном	Грибная инфекция, бактерии	50	В период зарастания зерна мицелием наблюдалось нарушение спайки между пленкой и клапаном.
Пленка с клапаном из нетканого материала	нет	100	Спайка прочная.

Полученные результаты по определению содержания микрофлоры в образцах зерна показали непригодность использования для стерилизации комбинирования полиэтиленовой плёнки с бумагой, так как пакеты из указанных материалов расклеивались в процессе работы. Безупречными оказались плёночные пакеты с клапаном из нетканого материала, где образцы зерновой питательной среды были полностью стерильны.

Для обеспечения газообмена и снижения риска инфицирования зерна была проведена работа по определению оптимального размера микропористых фильтров, отвечающим предъявляемым технологическим требованиям и биологическим потребностям культуры (таблица 5).

**Таблица 5 - Влияние размера фильтра на плотность зарастания зернового субстрата на 8-е сутки учета (5-ти бальная шкала)**

Размер фильтра, см	Плотность зарастания зерна, балл	Инфицированность зерна, балл
2x2	2,0	0
3x3	5,0	0
4x4	4,0	1,0

Размер фильтра может существенно влиять на скорость роста мицелия. Площадь оптимального фильтра составляет 3x3см. Чем меньше фильтр (2x2см), тем больше тормозится рост мицелия. Очевидно, это связано с тем, что углекислый газ, накопившийся внутри пакета, превышает допустимую норму. Увеличение размера (4x4см) способствует инфицированности зернового субстрата.

#### **Урожайность вешенки в зависимости от способа приготовления мицелия**

Результаты опытов показали, что субстратные блоки, засеянные мицелием вешенки,

выращенным на субстрате, обработанным стерилизационной газовой смесью не уступали контрольным блокам по срокам наступления фазы плодообразования (таблица 6).

**Таблица 6 – Урожайность вешенки в зависимости от способа обработки зернового субстрата**

Вариант	Степень застарания субстратных блоков через 14 суток после посева, %	Сроки первого сбора урожая после инокуляции, сутки	Заражённость субстрата зелёной плесенью, %	Урожайность плодовых тел, кг/блок
Мицелий, полученный на среде, обработанной традиционным методом (контроль)	100	32	15	2,8
Мицелий, полученный на среде, обработанной фумигантом	100	30	0	3,2

НСР<sub>05</sub>

0,32

Проведённые исследования по использованию низкотемпературной стерилизации зерновой питательной среды методом этиленоксидной фумигации в режиме 100мг/м<sup>3</sup>/90мин показали, что данный способ позволяет сократить инфицированность субстратных блоков на 15% и увеличить выход грибной продукции на 14,3% по сравнению с контролем.

#### **Влияние биологически активных веществ на приживаемость мицелия в субстратных блоках**

При работе с мицелием, утратившим свои производственные характеристики в результате длительного хранения, производители субстратных блоков увеличивают норму расхода посадочного материала и тем самым способствуют развитию патогенной микробиоты субстрата. Поэтому важное значение приобретает предпосевная обработка мицелия. Её главная задача состоит в целенаправленном воздействии на характер роста и развития мицелия, повышение стрессоустойчивости при посеве в грибной субстрат. Была проведена оценка эффективности применения отечественных регуляторов роста. В качестве контроля рассматривался свежеприготовленный мицелий и материал, подвергавшийся хранению (таблица 7).

**Таблица 7 – Влияние регуляторов роста на скорость роста мицелия вешенки на агаровой среде (КГА), (штамм НК-35)**

Вариант	Концентрация %	Диаметр колонии на 7-е сутки после посева, см					Разность с контролем, см	
		повторности					К1	К2
		1	2	3	4	X		
Контроль-1*	-	3,8	3,5	3,3	3,7	3,6		
Контроль-2 *	-	7,4	8,4	7,8	8,1	7,9		
Эпин (эталон)	0,002	7,0	6,5	7,2	6,7	6,9	3,3	-1,0
Оберегъ	0,0001	6,8	7,2	7,0	7,1	7,0	3,4	-0,9
Силк	0,0005	6,5	6,8	6,7	6,8	6,7	3,1	-1,2
Суперстим	0,0001	7,1	7,9	7,3	7,6	7,5	3,9	- 0,4
Люрастим	0,001	6,6	6,9	6,7	7,0	6,8	3,2	-1,1

НСР 05

0,7

Исследования показали, что наибольшим стимулирующим эффектом обладает препарат Суперстим. Результат его применения практически сравнялся с показателем свежеприготовленного мицелия, уступая ему 0,4см. Другие препараты также способствуют улучшению посевных качеств мицелия, но их воздействие существенно не отличается от эталона.

На примере препарата Бактофит было изучено влияние бактерий – бацилл на конкурентоспособность мицелия, потерявшего свои первоначальные свойства при хранении, по отношению к триходерме. Посев вешенки и триходермы проводили в чашки Петри на агаровую среду методом «встречных культур» с добавлением препарата различных концентраций (таблица 8).

**Таблица 8 - Влияние различных концентраций препарата Бактофит на рост мицелия вешенки и триходермы**

Вариант	Радиус колоний, см	
	вешенка	триходерма
Вешенка+триходерма+вода (контроль)	отсутствует	по всему объему чашки Петри
Вешенка+триходерма+бактофит 1%	отсутствует	отсутствует
Вешенка+триходерма+бактофит 0,1%	0,6	отсутствует
Вешенка+триходерма+бактофит 0,01%	3,8	отсутствует
Вешенка+триходерма+бактофит 0,001%	5,4	0,2
Вешенка+триходерма+бактофит 0,0001%	2,3	6,4
Вешенка+триходерма+бактофит 0,00001%	1,4	7,1
Вешенка+триходерма+бактофит 0,000001%	0,8	8,2

Оптимальной концентрацией препарата Бактофит, при которой обеспечивается наибольший стимулирующий эффект по отношению к вешенки, является 0,001%. Радиус колоний мицелия в этом варианте составляет 5,4см. Дальнейшее последовательное сокращение концентрации рабочего раствора способствует понижению конкурентоспособности вешенки к триходерме.

#### **Оптимизация температурного режима в субстратных блоках на основе различных способов инокуляции мицелия вешенки в субстрат**

Интенсивная технология культивирования вешенки предусматривает смешанное инокулирование мицелия в субстрат. При этом выращивание вешенки затруднено из – за перегрева субстратных блоков, особенно в весенне-летнем обороте. Основным вопросом на время зарастания блока мицелием является поддержание температуры в пределах оптимума для быстрого роста мицелия. Были изучены различные способы посева мицелия в субстрат. Рассматривались варианты послойного внесения и послойного внесения с незасеянной центральной зоной. В контроле использовался традиционный способ – равномерное перемешивание с субстратом.

В опытных вариантах проведена работа по определению толщины субстратного слоя, обеспечивающая оптимальное проникновение мицелия в субстрат. Она определялась методом измерения температуры в центре и периферии субстратного блока. Особое внимание уделялось динамике температуры в первую неделю формирования блоков, поскольку именно в этот период наблюдается перегрев субстрата (таблица 9).

**Таблица 9 – Динамика температуры в субстрате в зависимости от толщины субстратного слоя (стадия вегетативного роста)**

Вариант	Сутки учета			
	7-ой		14-й	
	периферия	центр	периферия	центр
последовательное инокулирование				
До 5 см	27,4	34,6	16,9	19,9
5 – 7 см	26,9	32,2	17,0	17,6
7 – 10 см	26,5	30,8	17,3	17,5
последовательное инокулирование с незасеянной центральной зоной				
До 5 см	26,5	28,6	18,5	16,9
5 – 7 см	25,6	26,9	16,5	19,4
7 – 10 см	24,9	25,7	16,5	19,7
равномерное перемешивание с субстратом (контроль)				
	27,2	34,8	15,7	16,3

По результатам исследований отмечено, что на 7-ой день учёта температура по периферии субстрата резко не отличалась, а в центре блока в контроле и в варианте с последовательным инокулированием с толщиной субстратного слоя до 5-ти см, температура находилась в пределах критической. На 14-й день температура субстрата в центре блока свидетельствовала о том, что в контрольном варианте мицелий готов к плодоношению. В испытываемых вариантах мицелий находился в стадии вегетации, кроме варианта с незасеянной центральной зоной с толщиной субстрата до 5-ти см.

В период роста мицелия в субстрате возрастает роль микроклимата культивационного помещения (таблица 10).

При температуре культивационного помещения, соответствующей оптимальному значению (20...23<sup>0</sup>С), по вариантам опыта существенных различий не наблюдалось ни в температурной динамике, ни по степени зарастания блоков. На 14-й день учёта блоки выглядели совершенно одинаково. При повышении температуры в помещении до 28<sup>0</sup>С в контрольном варианте и при последовательном внесении мицелия наблюдается перегрев субстратных блоков. Температура в центре блока в варианте с незасеянной центральной зоной была в пределах нормы и способствовала зарастанию субстрата.

**Таблица 10 – Динамика температуры в центре блоков на стадии зарастания  
грибного субстрата мицелием**

Температура помещения, °С	Способ внесения мицелия	Сутки учета			Зарастание субстратного блока, балл
		3-и	7-е	14-е	
20 – 23°С	перемешивание с субстратом, (контроль)	20,3	28,1	17,9	4,5 – 5,0
	послойное	20,8	26,9	17,5	4,5 – 5,0
	послойное с незасеянной центральной зоной	20,2	27,6	18,5	4,5 – 5,0
26 -28°С	перемешивание с субстратом, (контроль)	29,6	44	37,4	нет роста
	послойное	28,9	40	34,9	нет роста
	послойное с незасеянной центральной зоной	28,6	33,2	28,2	4,0 – 4,5

Условия внешней среды оказывают значительное влияние на развитие плодовых тел. Были проведены исследования по определению влияния способов посева мицелия на микробиологические показатели и качественные характеристики субстратных блоков при различных температурных режимах выращивания вешенки (таблица 11).



**Таблица 11 - Влияние способов посева мицелия на инфицированность и урожайность субстратных блоков**

Вариант, температура воздуха, °С	Способ посева мицелия в субстрат	Потери от болезней на 14-е сутки, %	Выход 1-й волны плодоношения, дни после посева	Урожайность плодовых тел, кг/м <sup>2</sup>
15 - 18	перемешивание мицелия с субстратом, (контроль)	8,2	21	260
	последовательное внесение	8,9	25	200
	последовательное внесение с незасеянной центральной зоной	5,7	34	140
27 - 30	перемешивание мицелия с субстратом, (контроль)	80	37	30
	последовательное внесение	20	32	170
	последовательное внесение с незасеянной центральной зоной	нет	29	240

НСР<sub>05</sub>

43,8

Сравнительный анализ значений температуры воздуха в камерах заращивания и плодоношения с точки зрения фитосанитарного состояния блоков и продуктивности культуры показал, что способ посева мицелия в субстрат способствует регулированию температурного режима в субстратном блоке. В условиях повышенной температуры в камере заращивания при последовательном инокулировании с незасеянной центральной зоной блока мицелий вешенки доминирует в субстрате. Это обеспечивает его высокую приживаемость и способствует повышению урожайности грибов до 240кг/м<sup>2</sup> по сравнению с контрольным вариантом, где выход плодовых тел составил 30 кг/м<sup>2</sup>.

#### **Защита плодовых тел вешенки от болезней**

За последние годы при выращивании вешенки обнаружено новое заболевание плодовых тел – паутинистая плесень. Проведена работа по идентификации, изучению культурально – морфологических характеристик возбудителя (*Cladobotrium mucophilium*) и микросанитарное обследование производственных помещений.

Микросанитарное обследование культивационных помещений установило, что грибные споры присутствовали только в камере плодоношения. При этом их распределение по

высоте и площади было неравномерным. Наименьшая концентрация спор была отмечена на уровне верхнего яруса субстратных блоков, наибольшая – в нижнем ярусе. В воздухе других помещений грибного цеха споры паутинистой плесени обнаружены не были (таблица 12).

**Таблица 12- Микрообсеменённость воздуха в производственных помещениях  
грибного цеха (Агрофирма «Нива», 2009-2010гг)**

Наименование помещения	Место отбора проб	Видовой состав микроорганизмов	Численность микроорганизмов, КОЕ/ловушка
Камера плодоношения	у входа в камеру	Mukor racemonus	5
	центральный проход	Cladobotryum mycophilum	7
	левый проход	Penicillium spp.	30
	правый проход	Trichoderma viride	3
		Aureobasidium	2
	1- ярус стеллажей		
	центральный проход	Cladobotryum mycophilum	3
	левый проход	Penicillium spp.	25
	правый проход	Trichoderma viride	6
	2-й ярус стеллажей		
	центральный проход	Cladobotryum mycophilum	2
	левый проход	Penicillium spp.	8
	правый проход		

По результатам исследований подобрана оптимальная концентрация препарата Гипохлорит против паутинистой плесени (таблица 13).

**Таблица 13 - Биологическая эффективность Гипохлорита натрия против паутинистой плесени на культуре вешенка (Агрофирма «Нива», 2009 – 2010гг)**

Вариант	Распространение болезни, %	Степень развития, %	Биологическая эффективность, %	Урожайность плодовых тел, кг/блок
Контроль (вода)	36,3	12,8	-	1,5
Гипохлорит,0,1%	29,7	8,4	32,6	1,7
Гипохлорит,0,5%	20,6	6,3	42,5	2,0
Гипохлорит,1%	12,1	4,1	68,8	2,2
Гипохлорит,2%	11,8	3,9	68,4	2,1

Результаты испытаний показали, что применение 1%-го раствора Гипохлорита натрия приводит к высокой биологической эффективности (68,8%). Это позволяет сохранить урожайность плодовых от потерь на 0,7кг/блок, что составляет 31,8% к контролю.

### **Экономическая эффективность производства вешенки в зависимости от разработанных агротехнических приёмов**

Расчёт экономической эффективности выращивания вешенки проводился по таким показателям как урожайность, производственные затраты (приобретение мицелия, уход за культурой, фонд заработной платы, мероприятий по дезинфекции производственных помещений), стоимость валовой продукции, чистый доход и уровень рентабельности. Затраты на энергообеспечение и расходные материалы взяты из технологической карты предприятия ООО «Агрообслуживание» (таблица 14).

**Таблица 14 - Экономическая эффективность производства вешенки в зависимости от разработанных агротехнических приемов**

Показатели	Базовая	Рекомендуемая
Урожайность, кг/м <sup>2</sup>	150	196
Цена реализации, руб/кг	90	90
Производственные затраты, тыс. руб/м <sup>2</sup>	10,5	13,1
Стоимость полученной продукции, тыс.руб/м <sup>2</sup>	13,5	17,6
Себестоимость, руб/ кг	70,0	66,8
Чистый доход, тыс. руб. /м <sup>2</sup>	3,0	4,5
Уровень рентабельности, %	25,7	34,4

Сравнивались варианты:

- формирование субстратных блоков для выращивания вешенки по стандартной технологии (факт);
- формирование субстратных блоков для выращивания вешенки с применением послыного инокулирования мицелия в субстрат с незасеянной центральной зоной.

Фактически урожайность вешенки на предприятии при круглогодичном выращивании составила в среднем 150 кг/м<sup>2</sup>. Внедрение разработанного комплекса агротехнических приемов, включающего в себя оптимизацию состава зерновой питательной среды и температурного режима проращивания субстратных блоков, систему защитных мероприятий плодовых тел вешенки от болезней, позволяет получить 196 кг грибов с

каждого м<sup>2</sup> полезной площади, что повышает урожайность грибов на 46 кг/м<sup>2</sup> (или 36,1%), а рентабельность производства увеличивает с 25,7% до 34,4%.

## ВЫВОДЫ

1. Скорость роста и сроки хранения мицелия вешенки зависят от состава зернового субстрата и режимов его автоклавирования. Установлено, что:

-стерильность субстрата на основе проса достигается в более экономичном режиме автоклавирования (1,5атм/1,5час), чем пшеницы, ржи и ячменя (2атм/1,5часа);

- мицелий, выращенный на просе, сохраняет жизнеспособность в течение 7-ми месяцев (в условиях хранения при температуре + 1°С...+3°С). Мицелий, выращенный на пшенице обладает самым коротким сроком хранения (2 месяца).

2. Низкотемпературная стерилизация зернового субстрата методом этиленоксидной фумигации в режиме 100мг м<sup>3</sup>/90мин показали, что данный способ позволяет сократить инфицированность субстратных блоков на 15% и увеличить выход грибной продукции на 14,3% по сравнению с контрольным вариантом.

3. Значение биологически активных веществ возрастает при работе с мицелием с пониженной жизнеспособностью. Под влиянием регулятора роста Суперстим (0,0001%) и бактерий рода *Bacillus subtilis* на примере препарата Бактофит (0,001%) восстанавливается физиологическая активности мицелия, утраченная в результате длительного хранения, повышается его конкурентоспособность к грибным заболеваниям, что способствует снижению инфицированности субстратных блоков и повышает урожайность культуры по сравнению с контролем на 27,5% (Бактофит) и 35,1% (Суперстим).

4. При выращивании вешенки в весеннее – летнем обороте наиболее эффективным методом посева мицелия является послойное внесение с незасеянной центральной зоной субстратного блока при толщине субстратного слоя 3...5см. Данный способ предотвращает перегрев субстратных блоков, сокращает их инфицированность на 50-80% и обеспечивает прибавку урожая с 30 кг/м<sup>2</sup> (перемешивание мицелия с субстратом) до 240 кг/м<sup>2</sup>.

5. Обработка субстратных блоков 1%-м раствором Гипохлорита натрия снижает распространённость паутинистой плесени и повышает выход товарной продукции на 18,7%.

6. Разработанные элементы технологии выращивания вешенки позволяют повысить урожайность грибов на 46 кг/м<sup>2</sup> и уровень рентабельности производства с 25,7% до 34,4%.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Мицелий, выращенный на просе хранить не более 7 – ми месяцев, на пшенице не более 2 –х месяцев, на ржи и ячмене 3...4 месяца (при температуре +1...+3<sup>0</sup>С).
2. При использовании мицелия длительного срока хранения проводить его предпосевную обработку следующими препаратами:
  - Бактофит в концентрации 0,001% - го раствора;
  - Суперстим в концентрации 0, 0001% - го раствора.
3. При подготовки зернового субстрата применять следующие режимы автоклавирования:
  - просо - 1,5атм/1,5часа;
  - рожь - 2атм/1,5часа.
4. Для получения стабильной урожайности плодовых тел вешенки в весеннее – летний период использовать следующие способы посева мицелия:
  - при температуре воздуха 15<sup>0</sup>С...25<sup>0</sup>С – перемешивание с субстратом;
  - при температуре воздуха свыше 25<sup>0</sup>С – послойное внесение с незасеянной центральной зоной субстратного блока.
5. При проведении защитных мероприятий от болезней плодовых тел вешенки использовать гипохлорит натрия в 1%-ной концентрации раствора для обработки субстратных блоков и плодовых тел грибов.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### В журналах, рекомендованных ВАК РФ

1. Сметанина, Л.Г. Способ стерилизации зернового субстрата для производства грибного мицелия / В.И.Мальшев, К.Л.Алексеева, Л.Г.Сметанина // Патент на изобретение № 2405304 от 19.01.2009г (Авт. вклад 50%).
2. Сметанина, Л.Г. Паутинистая плесень-опасное заболевание плодовых тел вешенки / К.Л. Алексеева, Л.Г. Сметанина, Б.А. Борисов // Гавриш.- 2009.- № 5. С.6-8 (Авт. вклад 50%)
3. Сметанина, Л.Г. Жизнеспособность посевного мицелия вешенки зависит от питательной среды / Л.Г.Сметанина // Картофель и овощи. - 2011.- № 6 С. 22 – 23.

## Другие издания

4. Сметанина, Л.Г. Применение микробиологических препаратов в технологии выращивания вешенки обыкновенной /Л.Г. Сметанина // Сборник научных трудов по овощеводству и бахчеводству к 110 – летию со дня рождения Квасникова Б.В.- М.: – 2009.- С. 416 – 418.
5. Сметанина, Л.Г. Повышение посевных качеств мицелия вешенки /Л.Г. Сметанина // Теплицы России. – 2010.- № 2.- С. 59 – 61.
6. Сметанина, Л.Г. Низкотемпературный способ обеззараживания зерновой питательной среды для выращивания мицелия вешенки методом этиленоксидной стерилизации / Л.Г.Сметанина, К.Л. Алексеева // Материалы Международной научно – практической конференции, посвящённой 125 – летию со дня рождения Н.И.Вавилова. – М.: ВНИИО.- 2012. – С. 306 – 308(Авт. вклад 50%).