

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
высшего образования
«Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого»
(ФГБОУ ВО «ТГПУ им. Л.Н. Толстого»)

УДК 595.772:638.4:591.61:665.219.5
Рег. № НИОКТР – 124110700034-1
Рег. № ИКРБС

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научно-исследовательской работе
ФГБОУ ВО «ТГПУ им. Л. Н. Толстого»
д-р пед. наук, профессор



Е.Ю. Ромашина

2024 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МИЦЕЛИЯ СЪЕДОБНЫХ
ГРИБОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

в рамках государственного задания Министерства просвещения РФ
№ 073-00033-24-01 от 9.02.2024

(промежуточный)

Руководитель работы,
д-р с.-х. наук, проф.,
заведующий микробиологической лаборатории
центра технологического превосходства
«Передовые химические и биотехнологии»
ТГПУ им. Л. Н. Толстого

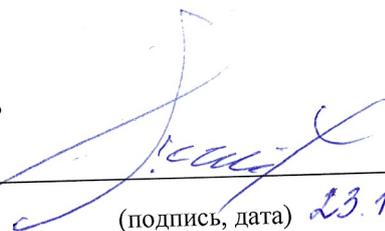

Г.В. Песнов

Тула 2024

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы,

д.с.-х.н., проф. _____



Г.В. Песцов

(подпись, дата)

23.12.24г.

(Введение, заключение раздел 1, 2)

Младший научный

сотрудник _____



А.В. Третьякова

(подпись, дата)

23.12.24г.

(Раздел 1, 2)

Младший научный

сотрудник _____



А.С. Мягкова

(подпись, дата)

23.12.24г.

(Раздел 2)

Младший научный

сотрудник _____



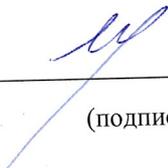
О.В. Прокудина

(подпись, дата)

23.12.24г.

(Раздел 1, 2, приложение А)

Аспирант _____



В.С. Воронцов

(подпись, дата)

23.12.24г.

(Раздел 1, 2, приложение А)

РЕФЕРАТ

Отчёт 78 с., 1 кн., 20 табл., 23 рис., 70 источников, 1 прил.

МИЦЕЛИЙ, СЪЕДОБНЫЕ ГРИБЫ, *AGARICUS BISPORUS*, *PLEUROTUS OSTREATUS*, *LENTINULA EDODES*, УТИЛИЗАЦИЯ, ПИТАТЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ, СУБСТРАТЫ, БИОГУМУС, ЗООГУМУС

Цель проекта – разработать элементы технологии получения мицелия съедобных грибов с использованием отходов сельского хозяйства для производства плодовых тел грибов (товарной продукции).

Объектом исследования является мицелий съедобных грибов *Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach, *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm., *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler, а также биогумус – продукт переработки органических отходов червями вида *Dendrobaena veneta* и зоогумус – продукт переработки органических отходов личинками насекомого *Hermetia illucens* (черная львинка).

Научная новизна, разрабатываемого проекта, заключается в оптимизации методики выделения мицелия съедобных грибов *Agaricus bisporus* (шампиньон двуспоровый), *Pleurotus ostreatus* (вешенка обыкновенная), *Lentinus edodes* (шиитаке) и разработке элементов технологии производства мицелия съедобных грибов на отходах сельскохозяйственного производства, которые позволят обеспечить производителей качественным посевным материалом – мицелием отечественного производства.

В результате проведенного исследования были разработаны элементы технологии производства мицелия съедобных грибов *Agaricus bisporus* (шампиньон двуспоровый), *Pleurotus ostreatus* (вешенка обыкновенная), *Lentinus edodes* (шиитаке) на отходах сельскохозяйственного производства.

Использование разработанных элементов технологии позволят обеспечить заинтересованных производителей грибов качественным посевным материалом – мицелием отечественного производства.

Область применения результатов исследования находится в сфере сельского хозяйства и сельскохозяйственной биотехнологии, а именно грибоводства, в части получения мицелия съедобных грибов на отходах сельскохозяйственного производства.

Результаты научно-исследовательской работы можно использовать на предприятиях, занимающихся выращиванием съедобных грибов. В настоящее время есть заинтересованность в продолжение данной работы у музея-усадьбы Л.Н. Толстого «Ясная Поляна», ООО «Экогрибы», ООО «Львинка» (Тульская область).

В результате проведенной научно-исследовательской работы опубликованы (находятся в печати) или на электронных ресурсах 5 статей, 1 из которых в журнале, рекомендованном ВАК, 3 статей в РИНЦ, 1 статья в других базах данных, результаты исследований были доложены на 6 международных научных конференциях, подана 1 заявка на патент на изобретение, опубликован 1 препринт в международном репозитории (zenodo.org) (Приложение А).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 МЕСТО, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	20
2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	22
2.1 Оптимизация методики выделение мицелия съедобных грибов (шампиньон, вешенка, шиитаке) в чистую культуру на экспериментальных питательных средах и массового его размножения	22
2.2 Изучение и подбор субстратов для быстрого роста и развития мицелия изучаемых съедобных грибов с использованием различных органических отходов	37
2.3 Подбор условий для массового размножения мицелия съедобных грибов	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	63
ПРИЛОЖЕНИЕ А Сведения о показателях результатов НИР.....	69

Введение

Грибоводство относится к сфере интенсивного промышленного производства, и несмотря на то, что отрасль является чрезвычайно капиталоемкой, во всем мире признано одним из приоритетных направлений развития и интенсификации агропромышленного комплекса. Научному обеспечению отрасли уделяется большое внимание в связи с необходимостью активного внедрения современных технологий интенсивного типа в производство. В нашей стране число потребителей грибных продуктов постоянно увеличивается, что делает целесообразным увеличение их производства. Наибольшее распространение среди культивируемых грибов в России и во всем мире получили шампиньоны (86% рынка) и вешенка обыкновенная (13%). Увеличение производства грибов возможно за счет увеличения их видового разнообразия, а также оптимизации технологий культивирования и производства собственного мицелия, так как до недавнего времени мицелий грибов преимущественно ввозился из-за рубежа. В связи с этим работа по выделению мицелия съедобных грибов (шампиньон, вешенка, шиитаке) в чистую культуру на экспериментальных питательных средах и массового их размножения является актуальной.

Научная новизна проекта заключается в оптимизации методики выделения мицелия съедобных грибов *Agaricus bisporus* (шампиньон двуспоровый), *Pleurotus ostreatus* (вешенка обыкновенная), *Lentinus edodes* (шиитаке) и разработке элементов технологии производства мицелия съедобных грибов на отходах сельскохозяйственного производства, которые позволят обеспечить производителей качественным посевным материалом – мицелием отечественного производства.

Для выращивания мицелия изучаемых съедобных грибов наряду с традиционными средами и субстратами, состоящими из зерна злаковых культур, планируется использовать биогумус – продукт переработки органических отходов червями вида *Dendrobaena veneta* и зоогумус – продукт переработки органических отходов личинками насекомого *Hermetia illucens* (черная львинка), а также целлюлозосодержащие отходы (пшеничная солома, опилки различных пород деревьев).

Выращивание съедобных грибов является важным аспектом удовлетворения потребностей населения в продуктах питания, развития сельского хозяйства и формирования агропромышленного комплекса во многих странах мира. В настоящее время промышленное грибоводство стало одной из основных самостоятельных отраслей сельскохозяйственного производства, она помогает решать проблему дефицита белка в рационе питания человека. Современные технологии позволяют получать с 1 га культивационных сооружений в год более 2,0 тыс. т свежих грибов или 80-90 т сухого

белка. Грибы содержат 5-15% сухого вещества, имеют сбалансированный состав минералов и витаминов и богаты клетчаткой и белком. Аминокислотный состав грибов богаче по сравнению с овощами, такими как картофель и морковь, грибы содержат мало калорий (27-30 ккал/100 г), имеют низкое содержание жира (1,3-8% от сухого веса) и усваиваемые углеводы [22, 45].

Белковый компонент грибов содержит все незаменимые аминокислоты, составляющие 42-49% от общей суммы аминокислот, перевариваемость грибного белка достигает 97%. Грибы содержат незаменимые ненасыщенные жирные кислоты, витамины С, Е, Д и группы В, микроэлементы, в том числе железо и кобальт, которые являются дефицитными в питании человека [14].

Культивирование широкого видового ряда шляпочных грибов, могло бы открыть новые источники разнообразных белков, биологически активных веществ и витаминов. С экологической точки зрения, биологической и фармакологической ценности, товарная биомасса шляпочных грибов значительно превосходит аналогичные показатели пищевой продукции растительного происхождения. Искусственно культивируемые грибы можно выращивать круглогодично, независимо от продолжительности светового дня и климатических условий. К тому же производство грибов практически любого рода и вида, по показателям прироста товарной биомассы за единицу времени, и по показателю минимальной себестоимости единицы массы продукта, многократно превосходит любое другое сельскохозяйственное производство [28].

Выращивание грибов воплощает в себе принципы микробиологии и экологических технологий, в результате бытовые, сельскохозяйственные и промышленные органические отходы превращаются в пищу для человека. Из-за большого спроса на съедобные грибы в качестве продукта питания и источника биологически активных веществ существует исследовательский интерес к получению мицелия и плодовых тел грибов. Биотехнологический потенциал производства высших грибов имеет большие перспективы. Особенного прогресса следует ожидать от разработки способов управления биосинтеза грибами вторичных метаболитов, проявляющих наиболее высокую биологическую активность [43].

Промышленное грибоводство в России является составной частью отрасли овощеводства защищенного грунта. Анализ состояния этого сектора экономической деятельности показывает, что для повышения эффективности грибоводства необходим переход на новый технический и технологический уровень, который обеспечил бы увеличение объемов выпускаемой продукции на основе внедрения новой организационно-технологической системы производства. В России разработана Концепция развития

грибоводства, которая включена в общую программу развития овощеводства защищенного грунта. Она является подразделом Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. Цели данной концепции: импортзамещение по позициям «свежие грибы» – на 90%, «консервированные грибы» – на 60%, «мицелий на растительном материале» (компост для выращивания грибов) – 100%, то есть поставлена задача по обеспечению российских производителей грибов отечественным мицелием, так как этот важнейший компонент грибоводства преимущественно импортировали из других стран [20, 23, 37].

В России в 2023 году грибоводческие хозяйства вырастили 145,9 тыс. т грибов, что на 13,3% больше, чем в 2022 году. Производство экзотических грибов растет быстрыми темпами: в 2021 г. – 497 т, в 2022 году – 541 т, в 2023 году – 639 т [2].

Среди культивируемых грибов первое место по объему производства в мире занимает шампиньон двуспоровый (37,6%). Широко распространена культура вешенки (16,2%) и шиитаке (16,8%). В странах Европы и Северной Америки преобладает производство шампиньона, странах Юго-Восточной Азии первенство принадлежит грибам шиитаке (Япония), либо вешенки (Китай, Таиланд). К основным видам производимых грибов в РФ относятся шампиньон двуспоровый (60-70%), вешенка обыкновенная и прочие грибы (30-40%) [40].

Вид *Agaricus bisporus* (шампиньон двуспоровый) в настоящее время выращивают более чем в 80 странах мира. В составе плодовых тел шампиньонов содержится белок, 17 аминокислот, витамины групп В, С, D, Е, РР, а также макро- и микроэлементы. Весь этот комплекс, кроме питательной ценности, нормализует работу эндокринной системы человека, способствует выработке необходимых гормонов. [4, 14, 26, 33].

Вид *Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach относится к роду *Agaricus*, порядку *Agaricales*, классу *Basidiomycetes*, отделу *Mycophyta*, царству *Fungi*. Шляпка у шампиньона 5-10 см в диаметре, толсто мясистая, полукруглая, позже выпуклая, от беловатой до коричневой с различными оттенками. Пластинки гименофора свободные, тонкие, частые, розовато-серые, позже темно-коричневые. Ножка 3-6х1-2 см, центральная, ровная, цилиндрическая, часто к основанию слегка суживающаяся, плотная, беловатая, гладкая волокнистая. Мякоть белая, при автооксидации розовеет, с грибным запахом и вкусом. Базидии двуспоровые, 16-30х6-8 мкм, булабовидные, стеригмы 2-4 мкм длиной, споры 5,5-7,5х4,9-5,5 мкм светло-коричневые, округлые [14, 26, 41].

В естественных условиях шампиньон произрастает чаще всего на открытых местах в заповедных целинных степях, в полезащитных лесополосах, на полянах лесов, на лугах,

выгонах, в парках, садах, огородах, на кучах навоза, по обочинам дорог, на богатых гумусом почвах, в различных климатических зонах на всех континентах земного шара, кроме Антарктиды. Шампиньон как сапрофит питается готовыми органическими и минеральными веществами, которые гифы мицелия гриба извлекают из питательного субстрата всей поверхностью. [1, 17].

При культивировании в искусственных условиях для выращивания шампиньона используют специально приготовленные субстраты, прошедшие необходимые стадии ферментации, а для плодоношения – покровную смесь, которая инициирует образование примордиев и плодовых тел. Важнейшим компонентом технологии производства шампиньонов является качественный мицелий. Мицелий должен соответствовать ряду основных требований: иметь высокую жизнестойкость, обеспечивающую быстрое разрастание гиф в субстрате; принадлежать отселектированному сорту, обладающему высокой урожайностью, устойчивостью к болезням, необходимыми товарными качествами и т. д. Основными субстратами для получения мицелия шампиньона являются: ферментированный конский навоз или приготовленный из него компост; зерно различных культурных злаков: пшеницы, ржи, ячменя, проса и др.; смеси органических и неорганических материалов, в частности смесь минерала перлита с пшеничными отрубями [26, 34].

Другим широко распространённым съедобным грибом является вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus*). Этот гриб имеет ряд преимуществ по сравнению с другими культивируемыми видами. Вешенка обыкновенная хорошо развивается практически на любом лигноцеллюлозном субстрате. Этому способствует активная ферментативная система гриба, которая обеспечивает высокую скорость роста мицелия, быструю колонизацию субстрата и значительную конкурентоспособность по отношению к посторонним (сапрофитным) микроорганизмам. Для промышленного производства вешенки важное значение имеет относительная простота технологии выращивания, исключая длительный процесс подготовки субстрата и необходимость применения покровной смеси, возможность использовать отработанный субстрат после сбора грибов в качестве удобрения и корма для сельскохозяйственных животных, высокая устойчивость вешенки к бактериальным, грибным и вирусным болезням, способность без ухудшения внешнего вида и качества продукции переносить длительное хранение и транспортировку, быстрым темпом отдачи урожая и окупаемостью затрат на производство, повышенным спросом на этот вид продукции, высокими вкусовыми и питательными свойствами плодовых тел, приятным запахом; простотой кулинарной обработки [3, 13].

Гриб вешенка обыкновенная является важным резервом расширения ассортимента овощной продукции, позволяет обеспечить население ценным продуктом питания, она имеет низкую калорийность, содержит все необходимые организму человека органические вещества и обладает лечебно-профилактическими свойствами [3, 18, 21, 29].

Состав липидов плодовых тел вешенки обыкновенной по соотношению ненасыщенных и насыщенных жирных кислот сходен с составом масел растительного происхождения. В плодовых телах этого гриба содержатся 18 аминокислот, восемь из которых незаменимые: изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, триптофан, треонин, валин, а также водорастворимые (тиамин В1, рибофлавин В2, ниацин В5, РР, пиридоксин В6, биотин В7, аскорбиновая и пантотеновая кислота) и жирорастворимые (кальциферол, эргостерол, токоферол) витамины [6, 46].

Более половины полисахаридов вешенки составляет маннит и хитин, которые образуют нерастворимую клетчатку плодового тела гриба. Волокна этих соединений являются эффективным сорбентом токсических веществ и способствуют их выведению из организма человека. В умеренных дозах грибная клетчатка вешенки нормализует деятельность кишечной микрофлоры. Лучшему усвоению грибных полисахаридов способствует их измельчение и термическая обработка [8].

Вешенка обыкновенная – *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm. относится к роду *Pleurotus*, порядку *Agaricales*, классу *Basidiomycetes*, отделу *Mycophyta*, царству *Fungi*.

Рост гриба характеризуется тем, что плодовые тела образуются черепицеобразно друг над другом или рядом без какой-либо уловимой закономерности, от нескольких до 30 экземпляров, очень редко единичными экземплярами. Шляпка вешенки обыкновенной имеет диаметр от 5 до 30 см, выпуклая, неправильноокруглая, гладкая, голая, волокнистая, иногда с беловатым мицелиальным налетом, в начале развития темноокрашенная, позже окраска плодового тела зависит от штамма и освещения. Пластинки белые или беловатые, ровные, тесно расположенные, избегающие на ножку. У многих экземпляров, особенно выросших в условиях хорошей обеспеченности водой, в основании пластинок часто наблюдаются соединения. Ножка вешенки обыкновенной имеет длину от 2 до 8 см, ширину от 2 до 4 см, эксцентрическая, белая, плотная, в основании часто волосистая. Мякоть белая, при самоокислении не изменяется, сочная, мягкая, с возрастом становится немного жестковатой и волокнистой, а в ножке даже пробковидной. Пластинки гименофора белые или беловатые, ровные, более или менее тесно расположенные, в большей или меньшей степени избегающие на ножку. Споры порошок белый с лиловым оттенком, споры 8-11x3,5x4,5 мкм, цилиндрические, удлинено-яйцевидные, гладкие [10, 13, 26, 51].

В естественной среде основным субстратом для роста гриба *P. ostreatus* служат листовые древесные, реже хвойные деревья. В природе вешенка обыкновенная чаще всего встречается на пнях, ослабленных деревьях, мертвых деревьях, бревнах и прочей древесине. Вид широко распространён в разных географических зонах и имеет широкую генетическую вариабельность [16, 44].

Для роста мицелия оптимальная температура воздуха около 25-27°C. Если температура выше или ниже, рост мицелия замедляется, в противном случае прекращается. Для образования и роста плодовых тел оптимальная температура воздуха около 13-16°C. Особенность вида *P. ostreatus*, в отличие от других базидиомицетов, является ее способность к переносу низких температур. При неблагоприятных условиях образовавшиеся плодовые тела твердеют и останавливаются в развитии, а при потеплении плодовые тела продолжают свое развитие. *P. ostreatus* растет преимущественно в светлых местах, во время плодоношения вешенки необходима активная аэрация, а значение pH субстрата должно составлять 5,2-6,8 [13].

Культивирование гриба *P. ostreatus* представляет экономическую и экологическую целесообразность, так как его можно выращивать на разнообразных лигноцеллюлозных субстратах и других вторичных продуктах агропромышленного комплекса, лесной и пищевой промышленности [49].

Для выращивания плодовых тел гриба вида *P. ostreatus* используют экстенсивный и интенсивный способы. Экстенсивный способ пригоден для выращивания грибов на открытых участках в естественных условиях. Интенсивный способ выращивания плодовых тел грибов предусматривает специальные закрытые культивационные помещения (теплицы, помещения подвального типа) с регулируемыми условиями внешней среды (температуры, влажности, освещенности) на специально подготовленном субстрате [38].

Экстенсивный способ выращивания вешенки обыкновенной прост, дешев, удобен для хозяйств, в которых имеется большое количество древесины различных широколиственных деревьев, однако качество и количество урожая в значительной степени зависят от факторов внешней среды, так как данный процесс не управляем и регулировать его невозможно. Указанные недостатки устраняются при интенсивных способах выращивания. Интенсивный способ выращивания вешенки обыкновенной отличается от экстенсивного как контролируемые условия, так и субстратами, которые komponуются из различных целлюлозосодержащих отходов, и временем цикла развития, который длится до 9 недель, а не 3-5 лет) [27].

При выращивании любых видов грибов, в том числе и вешенки обыкновенной, урожайность плодовых тел зависит прежде всего от качества посадочного материала -

мицелия. Поэтому культивированию качественного мицелия придается большое значение во всех технологиях. Основные требования к мицелию вешенки обыкновенной заключаются в высокой жизнеспособности, высокой урожайности и хорошем качестве плодовых тел, устойчивость к заболеваниям, мицелий не должен быть заражен различными болезнями и поражен вредителями [11, 35].

Еще один перспективный вид съедобного гриба – это *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler (шиитаке, сиитаке), который в нашей стране распространен пока незначительно, но в мире по объему производства он занимает второе место после шампиньона. В естественных условиях гриб растет в Японии, Китае, Корее и других странах Восточной и Юго-Восточной Азии. В России встречается на Дальнем Востоке. Это один из наиболее употребляемых в пищу грибов, обладающий исключительно высокой урожайностью. Растет гриб на мертвой древесине лиственных пород деревьев. Шиитаке пользуется большой популярностью во всем мире, и это связано, прежде всего, с его пищевыми достоинствами и лечебными свойствами [57, 62].

Свежие грибы отличаются приятным вкусом и ароматом. В них содержатся белки (10-11%), жиры (1,2-8,0%), углеводы (54-80%), биологически активные вещества, антиоксиданты, витамины группы В, С, D, макро- и микроэлементы. В плодовых телах и мицелии в большом количестве имеются экзо- и эндополисахариды, аминокислоты, жирные кислоты, хитин-глюкановые комплексы и фенольные соединения [52].

Наряду с пищевой ценностью *L. edodes* можно применять в лечебно-профилактических целях в медицине и в качестве биологически активной добавки к пище. В древнем Китае и в Японии издавна считается, что шиитаке продлевает жизнь человека, характеризуется противовоспалительными свойствами, а в последнее время показано, что не только плодовые тела, но и мицелий *L. edodes* может быть использован в качестве потенциального компонента натуральной противовоспалительной пищевой добавки [63].

В настоящее время гриб *L. edodes* используется в медицине для лечения заболеваний, связанных с ослаблением иммунной функции и аллергии, инфекционных болезней различной этиологии, респираторных заболеваний, частых случаев гриппа и простуды, воспаления бронхов, болезней сердца, высокого уровня холестерина в крови, проблем с печенью, гипертонии, диабета, усталости, слабости. Биологически активные полисахариды и полисахаридно-белковые комплексы гриба *L. edodes* применяются в качестве модификаторов биологического ответа и других эффективных терапевтических применений. Метаболиты *L. edodes*, в число которых входят как низкомолекулярные соединения, так и биополимеры, способны проявлять иммуномодулирующие, гипополипидемические, гипогликемические, противовирусные, антибактериальные,

антиоксидантные и другие свойства, а такие вещества, как лентинан, лектины и эритаденин уже сейчас хорошо зарекомендовали себя в медицине [32, 53, 64].

Другой аспект практического применения шиитаке – это, например, использование фермента гриба лакказы, который имеет потенциал для промышленного применения, связанного с производством бумаги, обработкой кормов для улучшения усвояемости рационов сельскохозяйственных животных, кроме того, отходы от выращивания грибов шиитаке сами по себе могут быть использованы в качестве органического удобрения, их применение в значительной степени способствует росту и развитию сельскохозяйственных растений [61, 68].

Совершенно новое направление использования гриба *L. edodes* заключается в применении чистой культуры шиитаке в качестве тест-систем для оценки экологической безопасности различных гетероциклических соединений, включая перспективные пестициды. Биологическое тестирование проводят на агаризованных средах, изучают характеристики роста культур на чашках Петри, отмечают зональность колоний гриба, структуру, степень выраженности плотности и воздушности мицелия, особое внимание уделяют пигментации мицелия [50].

Гриб вида *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler (syn.: *Lentinus edodes* (Berk.) Singer) также, как виды *A. bisporus* и *P. ostreatus*, относится к порядку *Agaricales*. Он характеризуется достаточно крупными размерами, шляпка в диаметре составляет 5-15 см, мясистая, полусферической формы, выпуклая, уплощается в процессе роста. Окраска шляпки гриба варьирует от охристо-коричневой до коричневой, более темная в центре, более светлая по краям у молодых особей. Пластинки гименофора белого цвета, ровные у молодых и зубчатые у зрелых плодовых тел. У зрелых грибов пластинки при повреждении приобретают коричневатый цвет. У молодых грибов пластинки защищены покрывалом, распространяющимся от ножки к краям шляпки. В период созревания покрывало разрывается, а его остатки имеют вид бахромы по краю шляпки и на ножке. Ножка волокнистая, центральная либо несколько эксцентрическая, обычно диаметром до 15 мм. Мякоть плодового тела весьма толстая в середине шляпки и несколько истончается к краям. В ножке мякоть волокнистая, белого цвета, у созревших грибов коричневого цвета. У шиитаке на нижней стороне шляпки расположены пластинки гимения, на которых в период созревания образуются базидии и базидиоспоры. Базидии 17-23x4-5 мкм, узколепестковые, с четырьмя стеригматами. Базидиоспоры белые, размером 5-6,5x3-3,7 мкм, эллипсоидные или яйцевидные, после созревания легко подхватываются и распространяются потоками воздуха. Некоторые споры попадают в благоприятные условия и прорастают, образуя первичный мицелий. Стадия первичного мицелия в природе обычно короткая. Два

различающихся генетически, но совместимых первичных мицелия сливаются и образуют вторичный мицелий, клетки которого содержат уже два разных ядра (дикарион). Вторичный мицелий растет значительно быстрее первичного, а главное, способен образовать плодовые тела. Сначала вторичный мицелий колонизирует и осваивает древесный субстрат, накапливая питательные вещества, и только после полной колонизации древесины начинается плодоношение [65].

Плодовые тела образуются в ответ на изменения внешней среды, которые являются стрессовыми для мицелия, сигнализируя, что настало время искать новый субстрат. В природных условиях шиитаке плодоносит весной и осенью после прошедших дождей. Сначала образуются узелки из гиф или гифальные агрегаты, затем они увеличиваются до размеров горошины – это стадия примордиев. В дальнейшем происходит формирование плодового тела, когда образуются ножка, шляпка и покрывало, соединяющее ножку и шляпку. Плодовое тело растет, ножка удлиняется, а шляпка располагается горизонтально, пластинками вниз. Затем покрывало разрывается, и созревшие споры, разбрасываются во все стороны потоками воздуха. По типу используемого для питания субстрата шиитаке принадлежит к группе древоразрушающих грибов, или ксилотрофов. Шиитаке получает питание при разложении древесины. На Дальнем Востоке гриб развивается в основном на полуразложившейся древесине дуба монгольского. Заражение этим грибом происходит с помощью многочисленных спор. От прорастания спор до появления первых плодовых тел проходит 3-4 года [19].

Культивируют гриб шиитаке уже на протяжении 2000 лет, чаще всего его выращивают на дубовых опилках, но можно также использовать осиновые, тополиные, ивовые, березовые, кленовые, буковые, ольховые, а также опилки плодовых деревьев и каштанов, измельченную солому зерновых культур, початки кукурузы и др. [30, 67]

Широко известен экстенсивный способ выращивания шиитаке в природных условиях на отрубках различных пород древесины. Этим способом культивируют значительную часть общего объема производства шиитаке. Однако экстенсивный способ выращивания не позволяет получать стабильных урожаев, поскольку некоторые или все этапы выращивания шиитаке на бревнах выполняются на открытом воздухе, на производство грибов влияют природные условия и биологические факторы [60].

Поэтому все большее распространение получает интенсивный способ выращивания шиитаке, так как он экономически эффективен и использует круглогодично культивационные сооружения с регулируемым микроклиматом. Для культивирования вида *L. edodes* интенсивным способом необходимо подбирать наиболее подходящие

питательные среды, субстраты и условия, при которых гриб будет развиваться значительно быстрее и с максимальной скоростью колонизировать субстрат [20, 24].

Продолжительность одного цикла выращивания шиитаке составляет от трех до шести месяцев, урожайность шиитаке может достигать 40-50% от массы субстрата. В сравнении с экстенсивным способом выращивания, интенсивный способ имеет ряд существенных преимуществ как по продолжительности одного оборота, так и по гарантированной урожайности в специализированных камерах выращивания, в которых микроклимат регулируется в соответствии с потребностями гриба. Интенсивный способ выращивания гриба существенно отличается от экстенсивного используемыми видами субстратов и способом их приготовления. Активно применяется широкий спектр отходов сельскохозяйственного производства, а период выращивания от посева до получения урожая плодовых тел значительно сокращается и составляет 45-60 суток. Процесс интенсивного выращивания грибов становится полностью управляемым и осуществляется в культивационных сооружениях с регулируемым микроклиматом. Получение плодовых тел гриба происходит непрерывно в течение круглого года. Активно развивается направление интенсивного выращивания шиитаке с применением стерильной технологии приготовления субстрата. Стерилизация – самый эффективный метод обработки субстрата, благодаря которому субстрат освобождается абсолютно от всех видов микроорганизмов. При обработке субстрата в автоклаве при автоматическом контроле режима температуры и повышенном давлении в 1,1-1,2 атмосферы обеспечивается выход абсолютно чистого стерильного субстрата. Это позволяет мицелию после посева активно развиваться в наиболее благоприятных условиях при оптимальном температурном режиме в камере инкубации [23].

В связи с этим проводится много исследований по культивированию гриба *Lentinula edodes* в искусственных условиях. Разрабатываются рецептуры субстратов на основе целлюлозосодержащих отходов и различных органических добавок, повышающих питательную ценность субстратов. Обычно в качестве добавок используют некондиционное зерно, отруби, свекловичный жом, виноградные выжимки, кукурузные кочерыжки, рисовую солому и другие отходы [31, 55, 56, 69,]

Основное назначение питательных добавок – оптимизация количества азота в субстрате. Необходимо знать содержание азота в применяемых компонентах субстрата и питательных добавках, чтобы оптимизировать его содержание в субстрате. Обычно питательные добавки составляют 5-10% сухой массы субстрата и обладают низкими селективными свойствами. Опилки дуба и березы содержат около 0,12% азота в сухом веществе. Лузга семян подсолнечника – 0,8–0,85%, отруби пшеничные – 2,4–2,6%.

Применение таких питательных добавок повышает содержание азота до 0,8–1,2%. Это обеспечивает прибавку урожая на 13% [20].

При выращивании шиитаке, как и при культивировании шампиньона двуспорового или вешенки обыкновенной, определяющим фактором является получение в достаточном количестве посевного материала (мицелия). Как было показано выше, мицелий должен характеризоваться быстрым ростом и интенсивной колонизацией субстрата, соответствовать сортовым характеристикам и иметь высокую урожайность. Отсутствие какой бы то ни было посторонней микрофлоры, как источника инфекции, обеспечивается абсолютной стерильностью мицелия, что возможно при размножении только чистых культур гриба, при соблюдении условий абсолютной стерильности. Для этого необходимо использовать соответствующие микробиологические методы, оборудование и инструменты, предусмотренные для выполнения подобного рода работ. Исследование скорости роста вегетативного мицелия и особенностей плодоношения является необходимым для определения не только фенотипических различий между штаммами съедобных грибов, включая *L. edodes*, но и для выявления новых высокопродуктивных штаммов, что является на сегодня актуальным вопросом в связи с отсутствием широкого промышленного культивирования шиитаке в России [15].

Существует 2 классических способа получения чистой культуры мицелия различных грибов – это споровый способ, который осуществляется с помощью спор гриба и тканевый способ, когда мицелий получают из поверхностно простерилизованных кусочков плодовых тел гриба [26, 36].

Споровый способ получения мицелия заключается в использовании плодовых тел грибов. Плодовые тела шампиньона, вешенки или шиитаке тщательно осматривают, отбирают не имеющие повреждений, с характерными сортовыми признаками, их поверхностно стерилизуют (часто используют 70% раствор этилового спирта) и помещают для получения спор в стерильные чашки Петри или стеклянные стаканы. Через несколько суток начинается созревание спор, которые высыпаются на дно чашки Петри или стеклянного стакана. В закрытых чашках Петри споры можно хранить несколько месяцев. Для получения мицелия споры собирают стерильной кисточкой или микробиологической петлей и помещают на стерильные питательные среды. Посев спор и последующее размножение мицелия съедобных грибов производится на такие питательные среды как солодовый агар, картофельно декстрозный агар, дрожжевую муку, вытяжки из пшеничных зерен, 2 и 8 % сусло агар, агар Лэмберта и др. [6, 12, 14, 26, 42].

Споровый способ получения мицелия хорошо подходит для селекционной работы, так как появляется возможность влиять именно на споры различными химическими

мутагенами и ионизирующим излучением. При этом получают измененные формы грибов, обладающих новыми свойствами.

Для вегетативного размножения и сохранения сортовых качеств мицелия больше подходит тканевая способ получения мицелия. Он основан на способности гиф отдельной части мицелия разрастаться при благоприятных условиях среды, так как способностью регенерировать обладают не только гифы мицелия, но и гифальные тяжи, образующие ткани плодовых тел. Вырезанные кусочки плодовых тел помещают на такие же агаризованные питательные среды, как и споры, и инкубируют в термостате при 24°C. Прорастание кусочков ткани, взятой из шляпки, или ножки гриба визуально заметно на 8-10-й день инкубации в виде образования белого паутинистого мицелия. После появления мицелия его пересеивают на агаризованные питательные среды в пробирки. Через 10-15 дней после посева мицелий на питательной среде хорошо разрастается и готов к пересеву на новые субстраты [47, 54].

Описанный выше процесс получения стерильного мицелия в пробирках обеспечивает грибоводческие хозяйства собственным материалом для инокуляции больших емкостей, в которых на различных субстратах выращивают мицелий, непосредственно используемый для получения плодовых тел грибов. Традиционной питательной средой для выращивания мицелия является зерно различных хлебных злаков. Способ получения мицелия на зерне злаковых культур заключается в том, что к 10 кг зерна пшеницы или овса, ржи, проса, ячменя добавляют 15 л воды; смесь варят в течение 15-20 минут на слабом огне. Воду после варки сливают, зерно поверхностно высушивают, затем добавляют 120 г гипса и 30 г мела. Эти добавки регулируют значение рН среды, выполняя роль буфера. Кроме того, гипс предотвращает склеивание зерна, способствуя лучшей аэрации субстрата. Зерно засыпают в сосуды (банки, колбы). Субстрат должен занимать не более 2/3 сосуда. Сосуды закрывают ватными пробками и автоклавируют. Стерилизацию субстрата проводят при температуре 121°C и давлении 1 атм. в течение 1,5 часа. После автоклавирования субстрат охлаждают, значение рН среды должно быть 6,5-6,7. Засев производят чистой культурой мицелия, выращенной в пробирках на агаризованной среде [5].

После посева мицелий, прорастая, пронизывает питательный субстрат в инкубационной камере при соответствующей контролируемой температуре и влажности. Оптимальной для роста мицелия является температура +22...25°C. Относительная влажность воздуха должна составлять 60%. Через 7-10 суток после посева мицелия на зерновой субстрат содержимое сосудов необходимо встряхивать. Это предотвращает склеивание зерна и ускоряет рост мицелия. Через 3-4 дня после посева или же после

встряхивания может появиться инфекция, которая попадает при нарушении стерильности во время посева или при встряхивании (может произойти всасывание воздуха с конкурентными микроорганизмами), поэтому питательный субстрат следует систематически проверять на наличие инфекции. Через 3-4 недели после посева мицелий готов к употреблению. До высева полностью проросший мицелий хранят в холодильнике или в холодильной камере при температуре 2...4°C. Метод получения мицелия на зерновом субстрате требует значительных затрат на оборудование и на квалифицированный персонал. Не всегда качество мицелия отвечает предъявляемым требованиям, то есть он не всегда стерилен, в некоторых случаях поражен конкурентной микрофлорой. Поэтому проводятся опыты по улучшению способов получения мицелия [26, 59].

На основании полученных данных создан способ с использованием активного мицелия. Он нашел применение при производстве грибницы различных видов съедобных грибов [70]. Применение способа активного мицелия может быть рентабельно для небольших предприятий, которым приходится платить высокие цены за доставку качественного мицелия. Обычно рекомендуется использовать в качестве субстрата солому пшеницы, смесь мелкой соломенной сечки и соломенного шрота в соотношении 1:1. Перед посадкой на эти субстраты мицелий измельчается с помощью обычной мельницы – дробилки. Для сокращения сроков проращивания мицелия часть пророщенного субстрата рекомендуется использовать как посадочный материал для последующей культуры. После окончания фазы проращивания около 10% содержимого с высококачественным мицелием вынимают и помещают в мешки для следующей культуры. Потом содержимое этих мешков смешивается с новым субстратом. Таким образом всегда достигается соотношение мицелия и субстрата 1:9, что позволяет значительно сократить сроки проращивания мицелия и увеличивает объем его производства, при этом расход мицелия на одном производстве уменьшается в 10 раз, сокращается колонизация субстрата активным мицелием, быстрее наступает фаза образования плодовых тел [5, 26].

Цель исследования: разработать способы получения и размножения мицелия съедобных грибов *Agaricus bisporus* (шампиньон двуспоровый), *Pleurotus ostreatus* (вешенка обыкновенная), *Lentinus edodes* (шиитаке) на отходах сельскохозяйственного производства.

Задачи исследования:

1. Оптимизация методики выделения мицелия съедобных грибов (шампиньон, вешенка, шиитаке) в чистую культуру на экспериментальных питательных средах и массового его размножения;

2. Изучение и подбор субстратов для быстрого роста и развития мицелия изучаемых съедобных грибов с использованием различных органических отходов;

3. Подбор условий для массового размножения мицелия съедобных грибов.

В разрабатываемых элементах технологии для получения и размножения мицелия предлагается использовать различные органические отходы.

Одним из таких отходов является биогумус компостных червей вида *Dendrobaena veneta*, который является продуктом утилизации различных органических отходов: навоз сельскохозяйственных животных, помет птиц, целлюлозосодержащие отходы, которых образуется миллионы тонн в год. Обычно биогумус используют в качестве органического удобрения для выращивания высших растений. Он представляет собой сложный динамический комплекс родственных высокомолекулярных соединений. Биогумус содержит органическое вещество (30-50%), гумус (20-25%), гуминовые кислоты (2-5%), фульвовые кислоты (0,5-2,6%), общий азот до 3%, фосфор – 1,5-2 %, калий – 1,5-2,6 %, кальций – 4,0-8,0 %, магний – 0,5-2,5 %, железо – 0,5- 2,5 %, а также большое количество микроэлементов, таких как марганец (250-900 мг/кг), цинк (50-600 мг/кг), медь (15-30 мг/кг), бор (15-30 мг/кг), молибден (6-20 мг/кг), сопутствующую микрофлору ($2 \cdot 10^{12}$ КОЕ/г), биологически активные вещества, pH среды 6,8-7,2 [58]. Предварительные опыты показали, что биогумус возможно использовать в качестве добавки к питательным средам и субстратам при выращивании различных видов съедобных грибов.

Другой добавкой к субстратам был зоогумус, который является продуктом переработки личинками насекомого *Hermetia illucens* (черная львинка) различных органических отходов. *Hermetia illucens* (черная львинка) признана в нашей стране сельскохозяйственным животным, а продукты, получаемые из нее, годными к применению. Зоогумус состоит из переработанного личинками черной львинки питательного субстрата, остатков непереваренного корма, внешнего хитинового покрова насекомого, экскрементов и специфической микрофлоры. Основные питательные вещества зоогумуса находятся в виде различных гуминовых соединений, содержат в себе макро- и микроэлементы. Содержание азота варьирует в широких пределах 5,5-9,0%, фосфор содержится до 4,35%, калий до 5,2%, это зависит от состава корма личинок черной львинки. Обычно зоогумус применяют как органическое удобрение, но есть сведения, что его можно использовать и при культивировании грибов [66].

1 МЕСТО, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научно-исследовательская работа проводилась в микробиологической лаборатории Центра технологического превосходства «Передовые химические и биотехнологии» им Гитиса С.С., лабораториях кафедры биологии и технологий живых систем, факультета естественных наук Тульского государственного педагогического университета им. Л. Н. Толстого, теплице музея-усадьбы Л.Н. Толстого «Ясная поляна» и на оборудовании ООО «Экогрибы» (индустриальный партнер) с использованием зоогумуса ООО «Львинка», Тульская область, компостные черви и биогукус предоставлены ООО «Биокрафт», мицелий шампиньона и компостирующая солома предоставлены ООО «АгроГриб», Тульская область.

Объектом исследования являются штаммы грибов *Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach, *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm., *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler, которые использовали для изучения влияния питательных сред и субстратов различного состава на рост и развития мицелия.

Также объектами исследования были биогукус, который является продуктом утилизации различных органических отходов компостными червями вида *Dendrobaena veneta* и зоогумус, который является продуктом переработки различных органических отходов личинками насекомого *Hermetia illucens* (черная львинка).

В экспериментальной работе использовали штаммы *Agaricus bisporus* E-58 premium Euromycel (штамм предоставлен ООО «АгроГриб») и *Agaricus bisporus* 14-2 (ВКПМ F-635); *Pleurotus ostreatus* 135 (ВКПМ F-813) и *Pleurotus ostreatus* 813 (ВКПМ: F-276), штамм гриба-биодеструктора *Lentinula edodes* 4080 (коммерческий штамм) и *Lentinula edodes* F-280 из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов НИЦ «Курчатовский институт» ГосНИИгенетика.

В опытах использовали чистые культуры указанных выше съедобных грибов, которые культивировали на питательных средах и субстратах с добавлением различных органических добавок, включая разные концентрации биогукуса и зоогумуса. Питательные среды и субстраты стерилизовали в автоклаве при 1,2-1,3 атм. (60 мин), инокулировали чистой культурой грибов в стерильных условиях ламинарного микробиологического бокса (БАВнп-01-"Ламинар-С"-1,2 LORICA). При культивировании мицелия поддерживали необходимые температуры, используя термостаты (ТС-1/80 СПУ). Результаты опытов статистически обрабатывали в программе Excel [25].

Среднеквадратичное (стандартное) отклонение вычисляли по формуле:

$$\bar{S} = \sqrt{\bar{S}^2} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2}{n}}$$

где: \bar{S} - выборочное стандартное отклонение; \bar{S}^2 - выборочная дисперсия; X_k - элемент выборки; \bar{x} - среднее значение признака; n - объём выборки.

Чистые культуры изучаемых грибов культивировали на питательных средах и субстратах, грибы проходили все стадии развития, образовывали плодовые тела, из которых вторично в чистую культуру выделяли мицелий. Для выделения мицелия грибов *A. bisporus*, *P. ostreatus* и *L. edodes* использовали части плодовых тел, которые поверхностно стерилизовали 70% этиловым спиртом и помещали в чашки Петри на агаризованные питательные среды: картофельный агар (КА эталон), сусло агар (СА), голодный агар с добавлением биогумуса (ГА+БГ 40% и ГА+БГ 70%) и с добавлением зоогумуса (ГА+ЗГ 40% и ГА+ЗГ 70%). В качестве контроля использовали голодный агар (ГА). Чашки Петри инкубировали в термостате при температуре 25°C. Замеры диаметра колоний проводили на 3, 5, 7 сутки после появления мицелия. Далее мицелий, образовавшийся из плодового тела, пересеивали на агаризованные питательные среды различного состава (состав питательных сред будет указан в начале описания каждого опыта), изучали его рост, развитие и качество. Повторность опыта десятикратная. Полученные экспериментальные данные анализировали и статистически обрабатывали.

Характер роста и развития гриба оценивали в баллах, используя следующую шкалу: 1 балл - мицелий паутинистый, редкий, стелющийся или воздушный; 2 балла - мицелий паутинистый, большей частью воздушный, не плотный; 3 балла - мицелий местами плотный, приподнятый или воздушный; 4 балла - мицелий плотный, большей частью стелющийся, иногда приподнятый; 5 баллов - мицелий плотный, равномерно колонизирует всю поверхность питательной среды, гифы могут образовывать тяжи с явными уплотнениями. Ростовой коэффициент (РК) высчитывали по формуле:

$$PK = \frac{d \times h \times g}{t}$$

где РК – ростовой коэффициент; d – диаметр колонии; h – высота колонии; t – возраст колонии; g – плотность колонии, балл.

2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Оптимизация методики выделение мицелия съедобных грибов (шампиньон, вешенка, шиитаке) в чистую культуру на экспериментальных питательных средах и массового его размножения

Для выделения мицелия изучаемых грибов использовали шляпки, которые поверхностно стерилизовали в 70% этиловом спирте и помещали в чашки Петри на агаризованные питательные среды: картофельный агар (КА эталон), сусло агар (СА), голодный агар с добавлением биогумуса (ГА+БГ 40% и ГА+БГ 70%) и с добавлением зоогумуса (ГА+ЗГ 40% и ГА+ЗГ 70%). В качестве контроля использовали голодный агар (ГА).

Существует способ получения мицелия, образующегося непосредственно на поверхности плодовых тел, но без использования питательных сред (метод влажных камер), в этом случае возникает возможность появления инфекции, которую нельзя однозначно обнаружить на данном этапе развития мицелия и провести необходимую выбраковку культуры, а при использовании стерильных питательных сред, в случае случайного заражения культуры посторонними (сапрофитными, конкурентными и др.) микроорганизмами, инфекция в течение нескольких часов проявляется, работа с данной культурой прекращается и она утилизируется, что сокращает время и ресурсы. Поэтому в нашей работе всегда использовали стерильные агаризованные питательные среды, определяли наилучшие для изучаемых видов грибов (рис. 1).



Рисунок 1 – Выделение мицелия из плодовых тел гриба *P. ostreatus* методом влажной камеры (слева), на питательную среду картофельный агар (справа).

Образовавшийся из плодовых тел мицелий у изучаемых грибов отсеивали в пробирки (чистая культура) и использовали в дальнейших исследованиях (рис. 2, 3, 4).



Рисунок 2 – Чистая культура гриба *A. bisporus* E-58 на картофельном агаре, видны образующиеся сплетения гиф.



Рисунок 3 – Чистая культура гриба *P. ostreatus* 813 на картофельном агаре, образовавшая мощный воздушный мицелий.



Рисунок 4 – Чистая культура гриба *L. edodes* F-280 на картофельном агаре, мицелий стелющийся порошистый.

Картофельный агар и сусло агар готовили по соответствующим прописям, рабочие концентрации растворов биогумуса и зоогумуса были определены в предварительных опытах. Маточный раствор биогумуса и зоогумуса получали, помещая 100 г биогумуса, или зоогумуса в 1000 мл дистиллированной воды, размешивали, процеживали и доводили до необходимых концентраций. Чашки Петри с частями плодовых тел инкубировали в термостате при температуре 25°C и проводили замеры диаметра колоний грибов на 3-е, 5-е и 7-е сутки после появления мицелия. Повторность опыта десятикратная. Результаты радиального роста мицелия гриба *A. bisporus* при выделении из шляпок плодовых тел представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Образование и рост мицелия у гриба *A. bisporus* E-58 на различных питательных средах

№	Питательная среда	Диаметр колонии			Качество мицелия, балл	%, к контролю
		на 3 сутки, мм	на 5 сутки, мм	на 7 сутки, мм		
1	ГА контроль	1,5±0,19	17,2±1,22	33,2±2,97	1	100
2	КА эталон	1,9±0,19	28,3±2,21	44,8±3,79	3	134
3	СА	2,6±0,22	28,1±2,19	45,2±3,88	4	136
4	ГА+БГ 40%	1,8±0,18	27,1±2,18	43,1±3,84	3	129
5	ГА+БГ 70%	2,8±0,21	27,1±2,43	42,2±3,61	4	127
6	ГА+ЗГ 40%	1,6±0,18	22,1±1,91	34,2±3,15	2	103
7	ГА+ЗГ 70%	1,5±0,11	16,2±1,34	32,3±2,67	2	97

Анализируя полученные данные, было установлено, что при выделении мицелия гриба *A. bisporus* на питательные среды наилучший результат был достигнут на питательной среде с использованием сусло агара, диаметр колонии превышал рост мицелия в контроле (голодный агар) на 36%, причем мицелий был большей частью приподнятый, воздушный, но неравномерно плотный. Совсем немного уступал в росте мицелий на картофельном агаре, он превышал диаметр колонии в контроле на 34%, но качество мицелия было несколько ниже (3 балла).

Хорошие результаты показали питательные среды на основе экстрактов биогумуса. Диаметр колоний был несколько меньше, чем при применении сусло агара и картофельного агара, он составлял соответственно 129% (ГА+БГ 70%) и 127% (среда ГА+БГ 40%) к контролю, но характер роста мицелия был совсем иной – более стелющийся и плотный. Хуже всего зарекомендовали себя питательные среды на основе зоогумуса, рост мицелия был на уровне, или даже хуже такового в контроле.

Можно сделать вывод, что все изучаемые среды можно использовать для выделения мицелия шампиньона, так как на данном этапе в большей мере имеет значение сам факт получение чистой культуры мицелия, но необходимо учитывать, какие составы питательных сред будут использоваться для дальнейшего культивирования и последующего размножения чистых культур.

В следующем опыте изучали влияние тех же питательных сред на образование мицелия у гриба-биодеструктора вешенки обыкновенной (*P. ostreatus*) (табл. 2).

Таблица 2 – Образование мицелия у гриба *Pleurotus ostreatus* 813 на различных питательных средах

№	Питательная среда	Диаметр колонии			Качество мицелия, балл	%, к контролю
		на 3 сутки, мм	на 5 сутки, мм	на 7 сутки, мм		
1	ГА контроль	3,2±0,21	21,1±1,72	53,6±4,86	2	100
2	КА эталон	5,2±0,32	27,1±2,42	64,2±5,69	4	119
3	СА	4,4±0,39	27,3±2,58	61,9±5,61	5	115
4	ГА+БГ 40%	4,5±0,41	29,1±2,47	65,2±5,85	5	121
5	ГА+БГ 70%	4,85±0,22	29,6±2,32	66,5±5,52	4	124
6	ГА+ЗГ 40%	2,71±0,18	25,3±1,77	53,5±4,84	2	99
7	ГА+ЗГ 70%	2,48±0,24	20,1±1,92	48,2±3,91	2	89

Как видно из таблицы 2, при выделении мицелия гриба *P. ostreatus* в чистую культуру наиболее значимые результаты отмечали на питательных средах, содержащих экстракт биогумуса. Самый большой диаметр колонии при замерах на 7-е сутки, превышающий контроль на 24%, был при применении биогумуса 70%, также хороший результат отмечали в варианте с биогумусом 40% (21% к контролю). Качество мицелия при использовании биогумуса было также высоким, оно соответствовало качеству при культивировании на сусло агаре, но на этой среде диаметр колоний был несколько меньше и превышал контроль только на 15%, но качество мицелия было хорошим (5 баллов), он был приподнятый и плотный. Хуже всего рос и развивался мицелий на средах с зоогумусом, мицелий был паутинистый, большей частью воздушный, не плотный, а диаметр колонии был меньше, чем в контроле.

Еще одним ксилотрофным грибом, является шиитаке (*Lentinula edodes*). Он характеризуется тем, что в природных условиях, как и вешенка обыкновенная, живет на мертвой древесине, но известны факты, что мицелий этих грибов распространяется глубоко в почву, откуда получает дополнительную влагу и питательные элементы, включая азот. Поэтому изучение влияния питательных сред с добавлением экстрактов биогумуса и зоогумуса теоретически обосновано, а результаты опыта представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Образование мицелия у гриба *Lentinula edodes* F-280 на различных питательных средах

№	Питательная среда	Диаметр колонии			Качество мицелия, балл	%, к контролю
		на 3 сутки, мм	на 5 сутки, мм	на 7 сутки, мм		
1	ГА контроль	2,4±0,21	17,2±1,61	45,2±4,32	2	100
2	КА эталон	2,5±0,22	17,6±1,64	54,4±4,72	3	120
3	СА	3,2±0,26	18,2±1,68	51,8±4,93	3	115
4	ГА+БГ 40%	2,8±0,23	17,8±1,62	56,2±5,39	3	124
5	ГА+БГ 70%	2,7±0,23	15,2±1,14	53,7±5,06	2	118
6	ГА+ЗГ 40%	2,0±0,13	15,1±1,11	43,3±3,89	2	96
7	ГА+ЗГ 70%	1,9±0,12	12,1±0,99	40,2±3,61	2	89

В результате проведенного исследования выявлено, что для выделения мицелия гриба *L. edodes* наиболее приемлемой средой является голодный агар с добавлением экстракта биогуруса 40%, где диаметр колонии превышал контроль на 24%, а показатель качества мицелия составлял 3 балла, при использовании питательной среды с экстрактом биогуруса 70%, средний диаметр колонии составлял 53,7 мм, на 18% превышая контроль, но качество мицелия было несколько хуже и составляло всего 2 балла. Медленнее всего, как и в опыте с вешенкой обыкновенной, рос мицелий на средах с зоогурусом. Причем при увеличении концентрации зоогуруса, уменьшался и диаметр колонии. Из чего можно сделать заключение, что концентрация растворов биогуруса и зоогуруса имеет решающее значение для роста и развития шиитаке, этот гриб-биодеструктор является медленно растущим и очень чувствителен к концентрациям различных биогенных элементов в питательных средах. Еще одно важное допущение, что повышенные концентрации, не способствующие, по сравнению с картофельным и сусли агаром, активному росту мицелия изучаемых грибов, могут являться селективирующим фактором отбора вегетативного мицелия. Поэтому следует более детально изучать влияние различных концентраций на рост и развитие мицелия грибов.

Известно, что питательные среды для выращивания мицелия изучаемых грибов представляют собой смеси органических и неорганических веществ. В качестве добавки к питательным средам для выращивания мицелия шампиньона в опыте использовали биогурус червей вида *Dendrobena veneta* и зоогурус насекомого *Hermetia illucens* (черная львинка).

Для более детального изучения влияния питательных сред с добавлением биогуруса и зоогуруса на рост, развитие и качество изучаемых грибов, были поставлены следующие опыты. Рост мицелия изучали в чашках Петри на стерильных питательных средах: голодный агар (ГА - контроль), картофельный агар (КА - эталон), голодный агар с добавлением разных концентраций раствора биогуруса 10% (БГ 10%), 40% (БГ 40%), 70% (БГ 70%), 100% (БГ 100%), а также голодный агар с добавлением разных концентраций раствора зоогуруса 10% (БГ 10%), 40% (БГ 40%), 70% (БГ 70%) и 100% (БГ 100%) Маточный раствор биогуруса и зоогуруса получали, помещая 100 г биогуруса в 1000 мл дистиллированной воды. Питательные среды стерилизовали в автоклаве при 1,3 атм. в течение 60 минут. Чашки Петри помещали в термостат при температуре 25°C. Замеры проводили на 3-е, 5-е и 7-е сутки. В каждой чашке Петри измеряли диаметр колонии, отмечали качество мицелия и определяли ростовой коэффициент. Повторность опыта десятикратная. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Изучение влияния биогуруса на рост и развитие мицелия гриба *A. bisporus*

№	Питательные среды	Диаметр колонии			%, к контролю	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэф-ент
		3 сутки, мм	5 сутки, мм	7 сутки, мм				
<i>A. bisporus E-58</i>								
1	ГА (контроль)	5,1±0,22	12,1±0,99	35,2±3,25	100	1	1	5
2	КА (эталон)	12,3±1,06	23,5±2,02	51,7±4,81	146	4	2	59
3	БГ 10%	10,2±0,91	24,3±2,35	67,6±6,13	192	3	1	29
4	БГ 40%	12,8±1,13	27,5±2,37	72,2±6,76	205	4	2	83
5	БГ 70%	14,2±1,14	29,2±2,57	73,1±6,99	207	4	3	125
6	БГ 100%	15,1±1,28	31,6±2,76	74,7±6,91	212	5	3	160
<i>A. bisporus F-635</i>								
1	ГА (контроль)	4,09±0,21	12,0±1,16	34,8±3,04	100	1	1	5
2	КА (эталон)	10,3±0,67	21,8±2,05	49,7±4,78	142	4	2	57
3	БГ 10%	8,2±0,63	22,3±1,34	65,9±6,27	189	3	1	28
4	БГ 40%	11,5±1,08	26,3±2,36	70,7±6,99	203	4	2	81
5	БГ 70%	13,2±0,92	27,2±2,05	72,1±6,89	207	4	3	123
6	БГ 100%	14,2±1,03	30,4±2,91	73,7±7,15	211	5	3	158

Как видно из результатов опыта, представленных в таблице 4, для обоих штаммов наилучшей питательной средой была среда с добавлением экстракта биогуруса 100%, оба штамма показывали близкие результаты по росту и развитию колоний. Средний диаметр

колонии у *A. bisporus E-58* был 74,7 мм, а у *A. bisporus F-635* составлял 73,7 мм, более чем в 2 раза превышая этот показатель в контроле, причем, качество мицелия было очень хорошим, обращал на себя внимание тот факт, что уже на 7-е сутки мицелий значительно уплотнился, показывая предпосылки к образованию мицелиальных тяжей. Ростовый коэффициент был также самым высоким и составлял у штамма *A. bisporus E-58* – 160, а у *A. bisporus F-635* – 158. Ростовый коэффициент является ключевым показателем при изучении влияния питательных сред на рост и развитие мицелия, так как является составленным из трех параметров: диаметра колонии (радиальный рост) на определенные сутки, качества мицелия (балл) и высоты колонии (приподнятость мицелия над питательной средой, мм). Если по каждой из этих характеристик мы видим незначительные отклонения по показателям между вариантами, то вычисление ростового коэффициента дает нам более полную картину влияния питательной среды на развитие мицелия. Так в варианте с использованием биогумуса 10% средний диаметр колонии составлял у штамма *A. bisporus E-58* – 67,6 мм, а штамма у *A. bisporus F-635* – 65,9 мм, эти показатели превышали соответствующие значения как контроле, так и на картофельном агаре (эталон), но так как мицелий был стелющийся, паутинистый, он как бы искал дополнительное питание, поэтому быстро колонизировал большую площадь чашки Петри, но при этом не формировал качественные показатели. При формальном рассмотрении, учитывая только диаметр колонии, можно было бы сделать вывод, что на среде с применением экстракта биогумуса 10% мицелий шампиньона растет лучше, но учет качества мицелия и вычисление ростового коэффициента, дает более полную картину, показывая, что по этому показателю вариант с биогумусом в два раза уступает эталонному варианту.

В результате проведенного исследования было установлено, что мицелий шампиньона успешно развивается на питательных средах с добавлением биогумуса, рост мицелия тем лучше, чем выше концентрация биогумуса. Из чего можно сделать вывод, что биогумус червей вида *Dendrobena veneta* является перспективной добавкой к питательным средам для выращивания мицелия гриба *A. bisporus* (шампиньона двуспорового).

В качестве добавки к питательным средам для выращивания мицелия шампиньона также применяли зоогумус насекомого вида *Hermetia illucens* (черная львинка) в указанных выше концентрациях. Результаты опыта представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Изучение влияния зоогумуса на рост и развитие мицелия гриба *A. bisporus*

№	Питательные среды	Диаметр колонии			%, к контролю	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэф-ент
		3 сутки, мм	5 сутки, мм	7 сутки, мм				
<i>A. bisporus E-58</i>								
1	ГА (контроль)	4,9±0,24	12,3±0,82	36,1±3,11	100	2	1	10
2	КА (эталон)	12,4±0,97	24,5±2,12	50,9±4,77	140	4	2	58
3	ЗГ 10%	11,5±0,85	19,3±1,76	48,3±4,14	134	2	1	14
4	ЗГ 40%	11,3±0,82	21,9±1,73	49,1±4,28	136	2	1	14
5	ЗГ 70%	8,1±0,71	12,2±1,03	26,4±2,27	73	1	1	4
6	ЗГ 100%	4,3±0,38	10,3±0,82	23,1±2,02	64	1	1	3
<i>A. bisporus F-635</i>								
1	ГА (контроль)	4,2±0,26	13,3±0,95	30,2±2,49	100	2	1	9
2	КА (эталон)	11,3±0,82	22,3±1,95	49,6±4,45	164	4	2	57
3	ЗГ 10%	9,2±0,78	17,3±1,57	46,6±4,27	154	2	1	13
4	ЗГ 40%	10,3±0,94	19,3±1,77	47,6±4,28	158	2	1	14
5	ЗГ 70%	9,5±0,85	13,2±1,03	25,3±2,17	84	1	1	4
6	ЗГ 100%	3,2±0,25	12,8±1,14	22,9±1,85	76	1	1	3

Результаты опыта, представленные в таблице 5, показывают, что самый высокий показатель ростового коэффициента был в эталонном варианте, и он составлял у штамма *A. bisporus E-58* – 58, у штамма *A. bisporus F-635* – 57, хотя средние диаметры колоний у обоих штаммов при применении экстракта зоогумуса в концентрации 40% и 70% были близки к эталонному показателю, разница составляла всего 2-3 мм, но качество мицелия было значительно хуже (1-2 балла), а высота колоний составляла только 1 мм. Мицелий был стелющийся и очень редкий. Причем, с повышением концентрации зоогумуса, снижались рост и качество мицелия. Из чего можно сделать вывод о наличии в зоогумусе ингибирующих развитие мицелия шампиньона веществ, которые выдержали термическую обработку автоклавированием при 121°C, или появились в результате этой обработки.

Изучение влияния биогуруса на рост и развитие мицелия гриба *P. ostreatus* изучали в опыте с использованием питательных сред того же состава, как и при изучении развития мицелия шампиньона. Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Изучение влияния биогумуса на рост и развитие мицелия гриба *P. ostreatus*

№	Питательные среды	Диаметр колонии			%, к контролю	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэф. фициент
		3 сутки, мм	5 сутки, мм	7 сутки, мм				
<i>P. ostreatus</i> 813								
1	ГА (контроль)	15,5±1,43	22,3±1,94	36,1±3,07	100	2	1	10
2	КА (эталон)	30,3±2,79	40,5±3,63	59,8±4,71	165	5	3	128
3	БГ 10%	23,4±1,96	30,2±2,49	46,1±3,84	127	3	2	40
4	БГ 40%	34,8±2,74	49,2±3,91	59,6±5,29	165	4	2	68
5	БГ 70%	53,5±4,67	60,9±5,17	76,4±6,38	211	4	3	131
6	БГ 100%	59,0±5,27	67,9±5,78	85,7±7,63	237	4	3	147
<i>P. ostreatus</i> 135								
1	ГА (контроль)	14,9±1,29	22,8±1,99	35,6±2,95	100	2	1	10
2	КА (эталон)	29,9±2,56	42,6±3,24	57,6±5,15	162	5	3	123
3	БГ 10%	15,2±1,31	28,2±2,20	45,7±3,83	128	3	2	39
4	БГ 40%	23,5±2,01	45,4±3,57	58,4±5,01	164	4	2	67
5	БГ 70%	39,6±3,13	55,9±4,48	72,9±6,12	204	4	3	125
6	БГ 100%	53,4±5,10	63,0±5,03	84,1±6,71	236	4	3	144

Анализ данных таблицы 6 показывает, что лучше всего мицелий вешенки обыкновенной рос на питательных средах с использованием биогумуса, рост был тем интенсивнее, чем была выше концентрация биогумуса, этот показатель достигал максимального значения у обоих штаммов при концентрации экстракта биогумуса 100%, причем, качество мицелия было достаточно хорошим (3-4 балла), а высота колоний достигала 2-3 мм. Лучшие результаты были зафиксированы при использовании биогумуса 70% и 100%, диаметр колоний не только превышал этот показатель в контроле более чем в 2 раза, но и качество мицелия было хорошим (4 балла), приближающимся к эталону (5 баллов), а ростовой коэффициент был либо на уровне эталонного варианта, в случае применения биогумуса 70%, либо значительно превышал его при применении питательной среды с биогумусом 100%. Этот показатель составлял у штамма *P. ostreatus* 813 – 147% (эталон КА – 128%), а у штамма *P. ostreatus* 135 – 144% (эталон КА – 125%), что показывает необходимость дальнейшего изучения и перспективность практического использования биогумуса для составления питательных сред и выращивания мицелия вешенки обыкновенной. Учитывая этот аспект, мы решили графически отобразить закономерности, представленные в числовом формате. На рисунках 5 и 6 представлена информация только

по радиальному росту колоний в чашках Петри (диаметр колоний) и отсутствуют показатели качества мицелии.

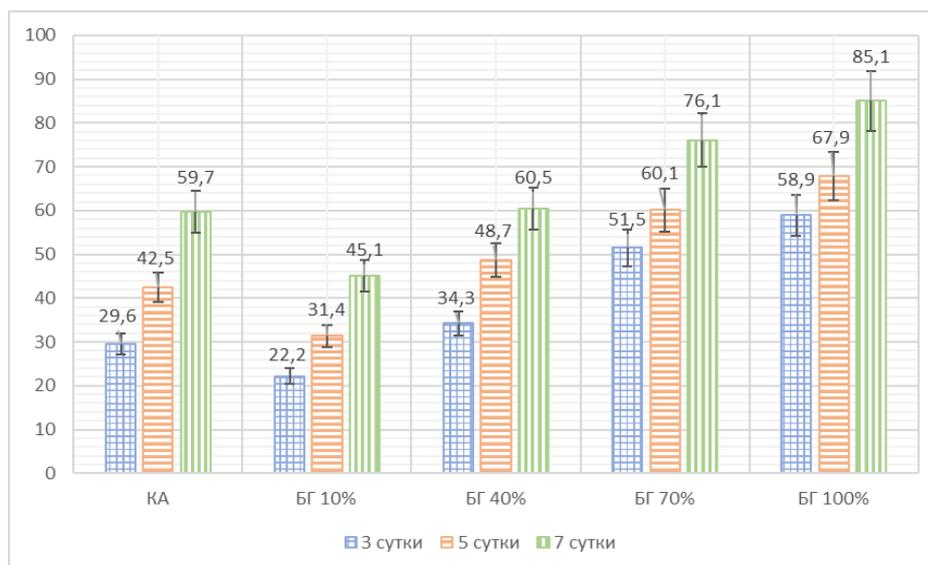


Рисунок 5 – Изучение радиального роста мицелия штамма *P. ostreatus* 813 на различных питательных средах

Анализ рисунка 5 наглядно показывает, что начиная с концентрации биогумуса 40% диаметр колонии при замерах на 3-е, 5-е и 7-е сутки был на уровне эталона, а при повышении концентрации (70%, 100%) диаметр колоний у штамма *P. ostreatus* 813 увеличивался значительно, превышая этот показатель по сравнению с колониями на картофельном агаре на 27% на среде БГ 70% и на 42% на среде БГ 100%. В таблице 6 картофельный агар представлен как эталонная питательная среда для выращивания мицелия грибов.

На рисунке 6 представлена аналогичная информация о влиянии сред, содержащих биогумус на радиальный рост мицелия штамма *P. ostreatus* 135.

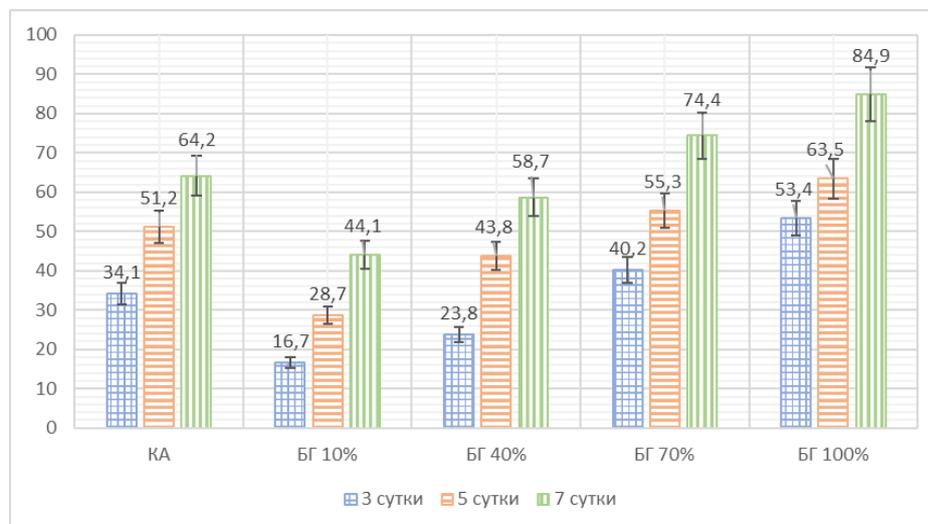


Рисунок 6 – Изучение радиального роста мицелия штамма *P. ostreatus* 135 на различных питательных средах

Анализ данных показывает аналогичную закономерность усиления роста и увеличения диаметра колоний при применении биогуруса в разных концентрациях как основной органической добавки к питательным средам. Наилучшей питательной средой для выращивания мицелия штамма *P. ostreatus* 135 является голодный агар с добавлением 100% раствора биогуруса. В этом случае, как и при использовании штамма *P. ostreatus* 813 наблюдается тенденция увеличения роста мицелия по мере повышения концентрации биогуруса в питательной среде. При концентрации биогуруса 100% диаметр колонии гриба *P. ostreatus* 135 на 7-е сутки культивирования достигал в диаметре 84,9 мм, что на 32% больше, чем в варианте с использованием картофельного агара. Это связано с тем, что в состав биогуруса входит большое количество питательных веществ, необходимых для нормального роста и развития мицелия вешенки и он является перспективным компонентом питательных сред для этого вида грибов.

Результаты применения зоогуруса в качестве компонента питательных сред для выращивания мицелия вешенки обыкновенной представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Изучение влияния зоогуруса на рост и развитие мицелия гриба *P. ostreatus*

№	Питательные среды	Диаметр колонии			%, к контролю	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэф-ент
		3 сутки, мм	5 сутки, мм	7 сутки, мм				
<i>P. ostreatus</i> 813								
1	ГА (контроль)	15,5±1,43	22,3±1,94	36,1±3,07	100	2	1	10
2	КА (эталон)	30,3±2,79	40,5±3,63	59,8±4,71	165	5	3	128
3	ЗГ 10%	13,0±1,15	22,6±2,12	48,9±3,73	135	2	2	28
4	ЗГ 40%	14,8±1,32	28,2±2,25	49,8±3,94	138	2	2	28
5	ЗГ 70%	21,9±1,85	33,1±2,69	46,6±4,01	129	2	2	27
6	ЗГ 100%	13,5±1,18	29,4±2,41	41,2±3,52	114	2	1	12
<i>P. ostreatus</i> 135								
1	ГА (контроль)	14,9±1,29	22,8±1,99	35,6±2,95	100	2	1	10
2	КА (эталон)	29,9±2,56	42,6±3,24	57,6±5,15	162	5	3	123
3	ЗГ 10%	14,8±1,39	26,6±2,17	47,4±4,17	133	2	2	27
4	ЗГ 40%	16,8±1,32	28,7±2,75	54,5±4,38	153	2	2	31
5	ЗГ 70%	23,3±2,21	33,4±2,98	45,8±3,85	128	2	2	26
6	ЗГ 100%	15,3±1,34	33,1±2,96	43,8±3,82	123	2	1	13

Результаты исследования, представленные в таблице 7, показали, что с одной стороны, в вариантах с применением зоогуруса, диаметр колоний у штамма *P. ostreatus* 813 и штамма *P. ostreatus* 135 значительно превышал радиальный рост мицелия в контроле и был близок по этому показателю к эталонному варианту, но качество мицелия в этих

вариантах было на уровне 2-х баллов из-за тонкого, не плотного, паутинистого мицелия, высота колоний при этом была на уровне 1-2 мм. Анализ только диаметра колоний дает не достаточно объективного представления о возможности использования зоогумуса в качестве добавки к питательным средам для размножения мицелия вешенки обыкновенной. Ростовой коэффициент, характеризующий развитие мицелия во времени показывает, что этот показатель более чем в 4 раза уступает эталонному варианту и снижается по мере увеличения концентрации зоогумуса, достигая минимума у обоих штаммов при использовании экстракта зоогумуса 100%. Так у штамма *P. ostreatus* 813 этот показатель составлял 12, а у штамма *P. ostreatus* 135 был равен 13. Для успешного использования зоогумуса в качестве составной части для питательных сред необходимо разработать органические или неорганические добавки, которые способствовали бы более активному росту и развитию мицелия. Возможно, что медленный рост мицелия на зоогумусе можно использовать для хранения чистых культур, так как при хранении мицелия в холодильнике при 4-6°C на картофельном агаре необходимо делать пересевы не реже раз в 2 месяца, так как среда истощается и высыхает, а при применении зоогумуса этого можно избежать, но данный вопрос требует дальнейшего детального изучения.

Изучение влияния биогуруса на рост и развитие мицелия гриба *L. edodes* представлено в таблице 8.

Таблица 8 – Изучение влияния биогуруса на рост и развитие мицелия гриба *L. edodes*

№	Питательные среды	Диаметр колонии			%, к контролю	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэф-ент
		3 сутки, мм	5 сутки, мм	7 сутки, мм				
<i>L. edodes</i> F-280								
1	ГА контроль	1,2±0,11	11,3±0,67	35,1±2,16	100	2	1	10
2	КА эталон	3,2±0,83	29,8±2,18	53,6±4,66	152	4	3	92
3	БГ 10%	1,2±0,07	13,1±0,87	32,2±2,89	91	2	1	9
4	БГ 40%	1,4±0,14	14,5±1,15	37,7±2,84	107	3	2	32
5	БГ 70%	2,3±0,17	13,3±0,76	48,2±4,03	137	3	3	62
6	БГ 100%	3,2±0,83	22,7±1,83	48,3±4,17	137	4	3	83
<i>L. edodes</i> 4080								
1	ГА контроль	1,4±0,12	13,6±1,14	39,9±3,48	100	2	1	11
2	КА эталон	3,6±0,25	31,2±2,69	66,2±5,94	166	4	3	113
3	БГ 10%	1,7±0,16	18,7±1,62	43,1±3,63	108	3	1	18
4	БГ 40%	2,3±0,17	19,8±1,78	48,7±4,37	122	4	2	56
5	БГ 70%	3,2±0,22	24,3±2,18	54,4±5,11	136	4	3	93
6	БГ 100%	3,4±0,19	33,4±3,09	63,9±6,14	160	4	3	110

В таблице 8 представлены данные, которые показывают, что шиитаке (*L. edodes*) является медленно растущим грибом, активный рост начинается только после того, как мицелий адаптируется к новой питательной среде, а это зависит, в том числе, от изначального количества мицелия, которое мы помещаем в чашку Петри на поверхность среды. Мицелий шампиньона и, особенно, вешенки адаптируется и растет значительно быстрее. В данном опыте посев осуществляли при помощи крючочка, поэтому, учитывая изначально минимальное количество мицелия первые 3-е суток происходила адаптация штаммов к новым питательным средам. В последующих опытах мы использовали агаровые диски с мицелием, сделанные пробочным сверлом диаметром 8 мм.

Анализ диаметра колоний на 7-е сутки показывает тенденцию увеличения роста мицелия в зависимости от увеличения концентрации биогуруса, эту взаимосвязь отмечали и в предыдущих опытах по изучению радиального роста мицелия шампиньона и вешенки обыкновенной. Однако, следует отметить, что при использовании концентрации биогуруса 10% диаметр колоний шиитаке был почти равен (*L. edodes* F-280 – 91%), или несколько превышал (*L. edodes* 4080 – 107%) диаметр колоний в контроле (ГА – 100%), но значительно уступал эталонному варианту (картофельный агар 152% у штамма *L. edodes* F-280 и 166% у штамма *L. edodes* 4080). Более хорошо разрастался мицелий в вариантах с применением экстракта биогуруса 100%, у штамма *L. edodes* F-280 он составлял 137% к контролю, а у штамма *L. edodes* 4080 – 166%, что меньше, чем в эталонном варианте. Ростовой коэффициент у обоих штаммов был также несколько меньше, хотя эти различия были малозначимыми.

На рисунке 7 показано влияния питательных сред с добавлением экстракта биогуруса 70% на рост и развитие грибов *A. bisporus* F-635, *P. ostreatus* 813, *L. edodes* F-280.



Рисунок 7 – Изучение влияния питательных сред с добавлением экстракта биогуруса 70% на рост и развитие грибов *A. bisporus* F-635 (слева), *P. ostreatus* 813 (в центре), *L. edodes* F-280 (справа) на 6 сутки культивирования.

Как показано на рисунке 7 разные виды по-разному реагируют на состав питательных сред.

Изучение влияния зоогумуса на рост и развитие мицелия гриба *L. edodes* продолжили в следующем опыте (табл. 9).

Таблица 9 – Изучение влияния зоогумуса на рост и развитие мицелия гриба *L. edodes*

№	Питательные среды	Диаметр колонии			%, к контролю	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэф-ент
		3 сутки, мм	5 сутки, мм	7 сутки, мм				
<i>L. edodes</i> F-280								
1	ГА	1,2±0,11	11,3±0,67	35,1±2,16	100	2	1	10
2	КА	3,2±0,83	29,8±2,18	53,6±4,66	152	4	3	92
3	ЗГ 10%	1,3±0,12	10,3±1,01	29,9±2,77	85	2	1	9
4	ЗГ 40%	1,6±0,18	10,7±0,67	31,7±2,06	90	2	2	9
5	ЗГ 70%	1,7±0,19	16,5±1,56	43,1±3,95	122	2	2	25
6	ЗГ 100%	1,7±0,17	13,2±0,84	36,2±2,60	103	2	2	21
<i>L. edodes</i> 4080								
1	ГА	1,4±0,11	13,3±1,16	39,7±3,46	100	2	1	11
2	КА	3,5±0,13	31,4±2,87	66,8±6,31	166	4	3	113
3	ЗГ 10%	1,5±0,09	12,7±0,99	37,1±3,22	92	2	2	21
4	ЗГ 40%	2,0±0,12	19,8±1,78	41,7±3,81	104	2	2	24
5	ЗГ 70%	2,8±0,18	24,3±2,36	54,4±5,13	136	3	2	47
6	ЗГ 100%	2,4±0,19	23,5±2,27	46,9±4,42	118	3	2	40

Изучение влияния зоогумуса на рост и развитие мицелия гриба *L. edodes* показало, что диаметр колоний гриба у обоих штаммов шиитаке был несколько меньше, или немного превышал диаметр колоний в контроле. Наилучшие результаты были при применении питательных сред с экстрактом зоогумуса 70%. У штамма *L. edodes* F-280 диаметр колонии превышал контроль на 22%, а у штамма на 36%. *L. edodes* 4080. Но ростовой коэффициент был значительно меньше, чем в эталонном варианте, что свидетельствует о необходимости поиска и применения добавок, стимулирующих развитие мицелия.

В результате проведенного исследования и анализа данных установлено, что при определенной доработке зоогумус насекомого вида *H. illucens* и биогукус червей вида *D. veneta* возможно использовать для выращивания мицелия гриба *L. edodes*.

Учитывая тот факт, что шиитаке (*L. edodes*) является активным разрушителем мертвой древесины, был поставлен опыт по изучению влияния древесных опилок различных пород деревьев на рост и развитие мицелия гриба *L. edodes*.

Для изучения роста и развития мицелия гриба *L. edodes* использовали агаризованные питательные среды с добавлением мелких опилок следующих пород деревьев: опилки

древесины дуба (*Quercus robur* L.) (контроль), вяза (*Ulmus glabra* Huds.), березы (*Betula pendula* Roth), лиственницы (*Larix sibirica* Ledeb.), сосны (*Pinus sylvestris* L.), осины (*Populus tremula* L.) и липы (*Tilia cordata* Mill.). Опилки были предоставлены музеем-усадьбой Л.Н. Толстого «Ясная поляна». Опилки добавляли в количестве 10% от объема питательной среды, кислотность среды регулировали гипсом, pH 5,8-6,8. Питательные среды стерилизовали при 1,2 атм. в течение 60 мин. Чашки Петри с изучаемыми питательными средами инокулировали мицелием гриба и инкубировали в термостате в течение 7 суток при температуре +25°C, замеры проводили на 3, 5, и 7 сутки. Результаты представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Изучение влияния древесины различных пород деревьев на рост и развитие мицелия гриба *L. edodes* (F-280)

№	Питательные среды	Диаметр колонии, мм на			%, к контролю	Развитие мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэффициент
		3 сутки	5 сутки	7 сутки				
1	Голодный агар (контроль)	15,2±1,06	21,3±1,34	45,1±4,11	100	2	1	13
2	Солома (эталон)	22,1±1,91	43,1±3,84	76,4±6,38	169	3	2	66
3	Береза	26,9±1,87	48,1±4,32	84,3±7,56	187	4	2	96
4	Дуб	16,1±1,21	22,9±1,65	50,4±4,71	112	2	1	14
5	Вяз	17,2±1,52	24,2±1,96	53,3±4,91	118	2	1	15
6	Сосна	24,4±2,04	45,3±4,01	81,2±7,28	180	4	2	92
7	Лиственница	20,3±1,56	29,2±2,41	61,5±5,38	136	3	2	53
8	Липа	22,2±1,73	39,1±3,65	75,2±6,62	167	3	2	64
9	Осина	21,5±1,83	36,1±2,98	68,2±5,95	151	3	2	58

При культивировании мицелия штамма *L. edodes* F-280 на питательных средах с использованием опилок различных пород деревьев при замерах на 7-е сутки было установлено, что лучше всего мицелий шиитакэ рос на питательной среде с добавлением опилок березы. Диаметр колоний гриба превышал рост колоний на голодном агаре (контроль) на 87%. Несколько хуже рос мицелий на среде с добавлением опилок сосны, диаметр колонии превышал контроль на 80%. В варианте с опилками липы этот показатель составлял 67%, а осины – 51%. Значительно медленнее рос мицелий на лиственнице, превышая контроль на 36%, хуже всего были результаты при выращивании мицелия на

среде с добавлением опилок вяза (превышение показателя в контроле было больше на 18%) и опилок дуба (12%). Анализ качества мицелия показал, что наиболее плотный мицелий был в вариантах с использованием опилок березы и сосны (4 балла), лиственницы, липы и осины (3 балла), дуба и вяза (2 балла). Самые высокие ростовые коэффициенты были при использовании опилок березы (96), сосны (92), соломы (эталон 66), липы (64). Обращает на себя внимание тот факт, что более мягкая древесина активнее колонизируется мицелием гриба *L. edodes*, это следует учитывать при разработке рецептуры субстратов для размножения мицелия.

2.2 Изучение и подбор субстратов для быстрого роста и развития мицелия изучаемых съедобных грибов с использованием различных органических отходов

Следующий этап в разработке элементов технологии размножения мицелия съедобных грибов – это подбор субстратов, состоящих из различных органических отходов. Если питательные среды нужны для выделения мицелия и поддержания чистых культур, то субстраты используются для получения маточной культуры грибов, активного (живого) мицелия и для получения плодовых тел.

Поэтому очень важно, используя доступные органические отходы, правильно подобрать компоненты субстратов, провести соответствующую их обработку, с учетом предпочтений каждого вида грибов. В опыте по изучению влияния различных органических отходов и их сочетаний на рост и развитие мицелия гриба *A. bisporus* использовали субстраты следующего состава: компостированный конский навоз, компостированная пшеничная солома, биогумус (БГ), зоогумус (ЗГ), компостированные конский навоз и солома в соотношении 1:1, компостированный конский навоз и биогумус в соотношении 1:1, компостированный конский навоз и зоогумус в соотношении 1:1, компостированная солома и биогумус в соотношении 1:1, компостированная солома и зоогумус в соотношении 1:1, компостированные конский навоз, солома и биогумус в соотношении 1:1:1, компостированные конский навоз, солома и зоогумус в соотношении 1:1:1.

Питательные субстраты стерилизовали при 1,3 атм. в течение 60 мин. Чашки Петри с изучаемыми питательными субстратами инокулировали мицелием гриба *A. bisporus E-58* и инкубировали в термостате в течение 7 суток при температуре +25°C, замеры проводили на 3, 5, и 7 сутки. Результаты представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Изучение влияния субстратов на рост и развитие мицелия гриба *A. bisporus* (E-58)

№	Питательные среды	Диаметр колонии, мм на			%, к контролю	Развитие мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэффициент
		3 сутки	5 сутки	7 сутки				
1	Конский навоз (контроль)	16,2±1,40	28,1±2,60	52,3±4,08	100	2	2	30
2	Солома	13,4±1,26	25,6±1,90	47,1±3,72	90	2	2	27
3	БГ	22,0±1,15	36,2±2,57	68,8±3,94	132	3	3	88
4	ЗГ	4,3±0,38	10,3±0,82	23,1±2,02	44	1	1	3
5	Конский навоз + солома	18,4±1,58	32,9±2,51	59,8±3,55	114	3	2	51
6	Конский навоз + БГ	25,2±2,35	46,5±3,24	82,1±6,20	157	4	3	141
7	Конский навоз + ЗГ	16,3±1,42	26,7±1,77	54,5±3,27	104	2	2	31
8	Солома + БГ	21,9±1,91	39,6±2,72	75,6±5,91	145	3	3	97
9	Солома + ЗГ	18,3±1,16	29,5±2,80	56,6±4,06	108	2	2	32
10	Конский навоз + солома + БГ	23,2±1,87	48,1±3,78	80,7±6,27	154	4	3	138
11	Конский навоз + солома + ЗГ	20,8±1,87	29,3±2,36	59,5±4,53	114	2	3	51

Результаты опыта показали (табл. 11), что хуже всего мицелий шампиньона рос и развивался на чистом зоогумусе, диаметр колонии составлял всего 23,1 мм при замере на 7-е сутки, причем мицелий был редкий, очень слабый, поверхностный, не проникающий внутрь. Ростовой коэффициент составил всего – 3. Это еще раз показывает, что зоогумус в чистом виде мало пригоден для выращивания мицелия, в данном случае, шампиньона. Несмотря на высокое содержание азота, фосфора и калия, а также микроэлементов, необходимо найти и устранить лимитирующий рост мицелия фактор, разработать способ подготовки зоогумуса и подобрать соответствующие наполнители для составления субстрата. Это направление оптимизации субстрата реально, так как, например, диаметр колоний вариантах с применением зоогумуса и конского навоза был значительно больше и составлял 54,5 мм, в варианте солома и зоогумус – 56,6 мм, в варианте конским навозом, соломой и зоогумусом – 59,5 мм, но эти показатели незначительно превышали контроль и намного уступали аналогичным значениям в лучших вариантах с применением биогуруса. Самые высокие показатели были в варианте с использованием биогуруса и конского навоза, диаметр колонии составлял 82,1 мм, что превышало контроль на 57%, при этом ростовой коэффициент был 141. Несколько медленнее рос мицелий на субстрате, состоящем из

конского навоза, соломы и биогумуса, превышение контроля было на 54%, а ростовой коэффициент был 138. Несколько хуже рос мицелий на субстрате из соломы и биоумуса, и чистого биогумуса.

Анализируя данные таблицы 11 можно сказать, что субстраты с применением биогумуса в качестве добавки очень перспективны для производства маточной культуры и активного мицелия шампиньона, возможно, в дальнейшем следует уделить внимание пропорциям компонентов в субстратах, чтобы достичь оптимальных результатов.

Сравнение роста и развития мицелия гриба *A. bisporus* (E-58) на субстратах с добавлением биогумуса и зоогумуса представлено на рисунке 8.



Рисунок 8 – Изучение влияния субстратов на основе биогумуса и конского навоза (слева), зоогумуса и конского навоза (справа) на рост и развитие мицелия гриба *A. bisporus* (E-58)

Описывая размер и характер колоний гриба *A. bisporus* (E-58), представленных на рисунке 8, следует сказать, что мицелий на субстрате с биогумусом более мощный, гифы сплетаются в тяжи, на субстрате с зоогумусом наблюдается тоже вполне приемлемый рост, но диаметр колонии меньше и качество мицелия несколько хуже.

Эксперимент по поиску и подбору компонентов для питательных субстратов для выращивания мицелия вешенки обыкновенной и шиитаке проводили с использованием целлюлозосодержащих отходов, так как грибы *P. ostreatus* и *L. edodes* являются активными деструктором различных видов древесины. В качестве питательных субстратов использовали: субстрат на основе пшеничной соломы (контроль), опилок березы, опилок сосны, соломы и биогумуса в соотношении 1:1 по массе, соломы и зоогумуса в соотношении 1:1, опилок березы и биогумуса в соотношении 1:1, опилок березы и зоогумуса в соотношении 1:1, опилок сосны и биогумуса в соотношении 1:1, опилок сосны

и зоогумуса в соотношении 1:1, с целью выяснения возможности использовать биогукус и зоогукус в качестве органических питательных добавок для выращивания мицелия вешенки и шиитаке.

Питательные субстраты стерилизовали при 1,3 атм. в течение 60 мин. Чашки Петри с изучаемыми питательными субстратами инокулировали мицелием гриба *P. ostreatus 813* и инкубировали в термостате в течение 7 суток при температуре +25°C, замеры проводили на 3, 5, и 7 сутки. Результаты представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Изучение влияния субстратов на рост и развитие мицелия гриба *P. ostreatus 813*

№	Питательные среды	Диаметр колонии, мм на			%, к контролю	Развитие мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэффициент
		3 сутки	5 сутки	7 сутки				
1	Солома (контроль)	19,3±1,42	31,3±2,63	55,3±4,52	100	2	2	32
2	Береза	18,6±1,51	27,2±2,10	53,4±3,10	97	2	2	31
3	Сосна	18,1±1,45	25,9±2,02	50,7±2,45	92	2	2	29
4	Солома + БГ	26,1±1,52	49,7±2,36	84,8±3,46	153	4	4	194
5	Солома + ЗГ	22,0±1,15	31,5±2,76	66,7±3,97	121	2	2	38
6	Береза + БГ	27,9±2,56	50,3±4,16	87,3±5,74	158	4	4	200
7	Береза + ЗГ	22,9±1,92	38,3±2,83	68,8±3,94	124	2	2	39
8	Сосна + БГ	26,7±2,45	50,7 ±3,40	82,3±5,52	149	4	3	143
9	Сосна + ЗГ	21,7±1,49	36,2±2,57	64,7±4,29	117	2	2	37

Данные, представленные в таблице 12, показывают, что самые лучшие результаты по росту мицелия были в вариантах с использованием опилок березы и биогукуса, среднее значение диаметра колоний было 87,3 мм, превышение этого значения в контроле составляло 58%, а ростовой коэффициент достигал 200. Несколько меньше был диаметр колоний в варианте с использованием соломы и биогукуса (84,8 мм), ростовой коэффициент – 194. В варианте с опилками березы и биогукусом средний диаметр колоний был 82,3 мм, а ростовой коэффициент достиг 143. Гораздо хуже развивался мицелий на питательных субстратах с зоогукусом, также, как и на чистых опилках и соломе. Ростовой коэффициент в варианте с опилками березы составлял 31, а на пшеничной соломе (контроль) – 32, этот показатель в варианте с опилками сосны и зоогукусом был несколько выше и составлял – 37, в варианте соломы с зоогукусом – 39.

Аналогичный эксперимент по поиску и подбору компонентов для питательных субстратов для выращивания мицелия шиитаке проводили с использованием тех же целлюлозосодержащих отходов, как и в предыдущем опыте с вешенкой обыкновенной (табл. 13).

Таблица 13 – Изучение радиального роста мицелия гриба *L. edodes* F-280 на субстратах

№	Питательные среды	Диаметр колонии, мм на			%, к контролю	Развитие мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэффициент
		3 сутки	5 сутки	7 сутки				
1	Солома (контроль)	17,2±1,52	29,2±2,41	53,3±4,91	100	2	2	30
2	Береза	16,5±1,56	24,3±2,36	50,4±4,71	95	2	2	29
3	Сосна	16,1±1,21	22,9±1,65	48,7±4,37	91	2	2	28
4	Солома + БГ	25,0±2,83	46,6±4,17	82,7±7,41	155	4	3	142
5	Солома + ЗГ	21,8±2,05	30,4±2,91	65,9±6,27	124	2	2	38
6	Береза + БГ	26,9±1,87	48,1±4,32	84,3±7,56	158	4	3	145
7	Береза + ЗГ	22,3±1,34	39,1±3,65	67,6±6,13	127	2	2	39
8	Сосна + БГ	24,7±2,41	51,7 ±4,90	81,2±7,28	152	4	3	139
9	Сосна + ЗГ	19,8±1,78	33,4±3,09	63,9±6,14	120	2	2	37

В таблице 13, представлены данные, которые показывают, что хуже всего мицелий шиитаке развивается на субстратах, состоящих из чистой соломы и древесных опилок, несколько лучше результаты были на субстратах с добавлением зоогумуса. Самый быстрый рост и хорошее развитие мицелия отмечали на субстратах с добавлением биогуруса. В варианте сосна и биогурус средний диаметр колоний был 81,2 мм, что превышало этот показатель в контроле на 52%, а ростовой коэффициент был 139, на соломе с биогурусом мицелий достиг 82,7 мм, что превышало контроль на 55%, а ростовой коэффициент был 142. Лучше всего в данном опыте развивался мицелий на питательном субстрате, состоящем из опилок березы и биогуруса, средний диаметр колоний равнялся 84,3 мм, что превышало этот показатель в контроле на 58%, а ростовой коэффициент был наивысшим – 145. Таким образом, с уверенностью можно констатировать, что добавление биогуруса к целлюлозосодержащим отходам (солома, опилки сосны и березы) положительно сказывается на росте и качестве мицелия шиитаке, который можно использовать для получения маточной культуры и активного мицелия гриба.

Маточная культура гриба характеризуется тем, что должна производиться в значительно больших объемах, чем при лабораторных исследованиях мицелия и поддержания чистой культуры. Обычно маточную культуру гриба производят в стеклянных банках объемом 0,75-3,0 л. Банки заполняют субстратом на $\frac{3}{4}$ объема, стерилизуют, инокулируют чистой культурой гриба, затем инкубируют в термостате до зарастания субстрата мицелием. В опыте использовали стеклянные банки объемом 0,75 л. Для получения маточной культуры мицелия шампиньона, вешенки обыкновенной, шиитаке использовали субстраты следующего состава: субстрат из пшеничной соломы (контроль); субстрат из обработанного зерна пшеницы (ЗП 100%) – эталон; субстрат из пшеничной соломы с добавлением биогумуса 100% (соотношение 1:1 по массе компонентов – БГ 100%), биогумуса 70% (соотношение 1:0,7 – БГ 70%), биогумуса 40% (соотношение 1:0,4 – БГ 40%). Результаты представлены на рисунках 9-11.

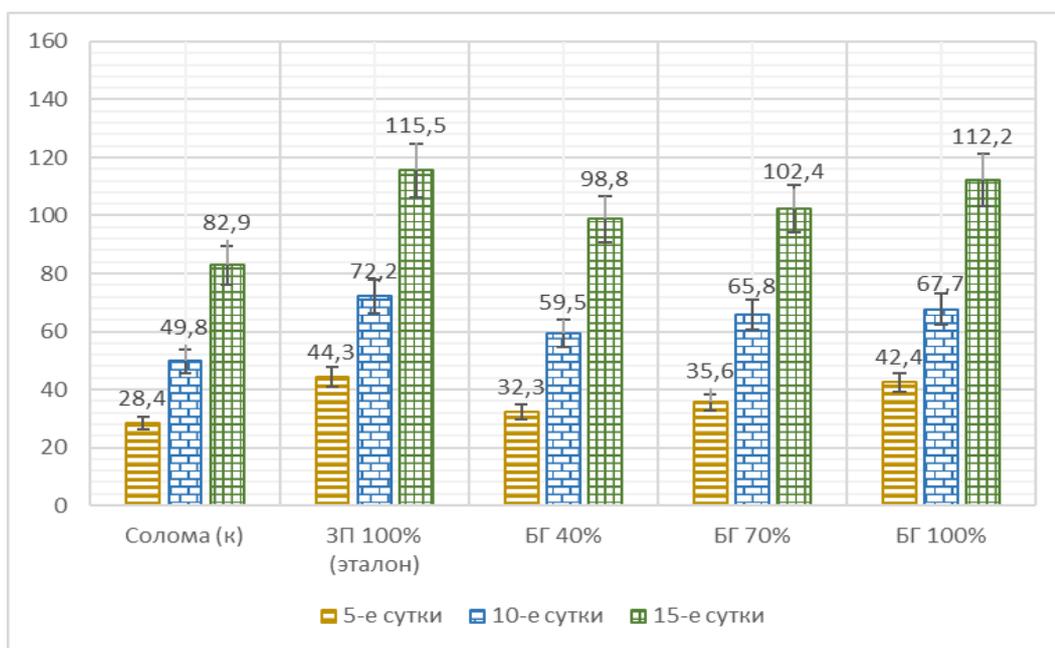


Рисунок 9 – Изучение линейного роста мицелия гриба *A. bisporus* E-58 на субстратах с разной концентрацией биогумуса

Анализируя данные, представленные в рисунке 9, можно сделать вывод, что субстраты, приготовленные с применением биогумуса, положительно влияют на линейный рост мицелия гриба *A. bisporus*. Следует отметить, что линейный рост при культивировании мицелия на субстрате из соломы (контроль) на 15 сутки был 82,9 мм, а при добавлении биогумуса увеличивался пропорционально увеличению его концентрации, так при добавлении 40% биогумуса, линейный рост мицелия составил 98,8 мм, что превышало это значение в контроле на 19%, при добавлении биогумуса 70% - 102,4 мм (превышало контроль на 24%), а при добавлении биогумуса 100% - 112,2 мм (превышало контроль на

35%), при этом рост мицелия на зерне пшеницы (эталон) превышал контроль на 39% и составлял 115,5 мм, что сопоставимо с линейным ростом мицелия в варианте с применением биогуруса 100%.

В современном производстве мицелия шампиньона обычно используется зерно пшеницы и других злаковых культур. Зерно пшеницы требует предварительной обработки, заключающейся в удалении мусора, обмывания, варки, поверхностного высушивания и оно имеет значительную цену. При приготовлении субстратов на основе соломы (и других целлюлозосодержащих отходов) эти манипуляции отсутствуют, а общим моментом является только последующая стерилизация. Таким образом, производство субстратов на основе целлюлозосодержащих отходов и биогуруса менее затратно, а рентабельность производства существенно выше.

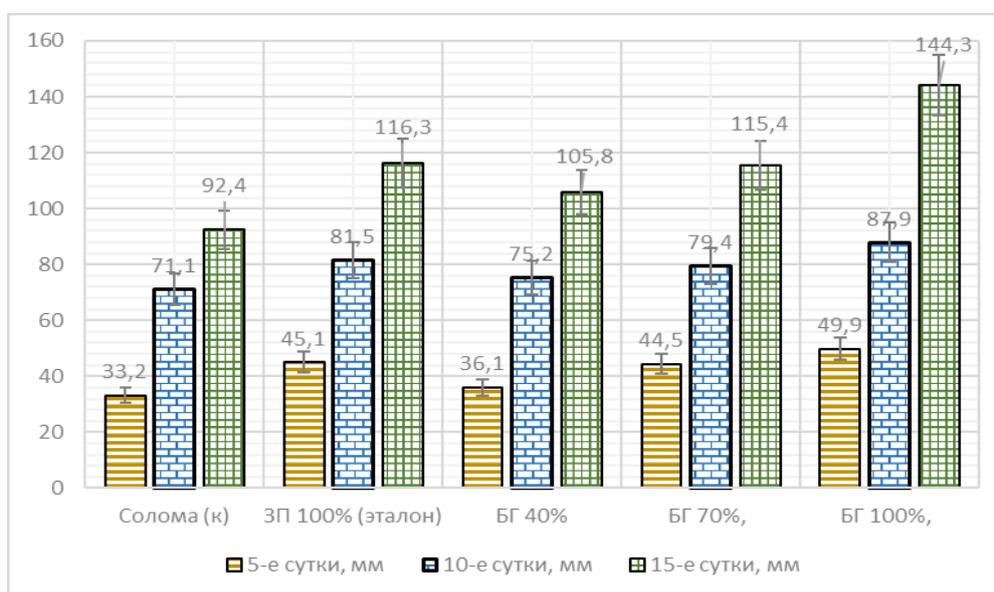


Рисунок 10 – Изучение линейного роста мицелия гриба *P. ostreatus* 813 на субстратах с разной концентрацией биогуруса

Изучение линейного роста мицелия вешенки обыкновенной (рис. 10) показало, что добавление биогуруса значительно влияет на линейный рост мицелия гриба *P. ostreatus* 813. Рост мицелия увеличивался пропорционально увеличению концентрации биогуруса и достигал максимального значения при применении биогуруса 100% (солома и биогурус в соотношении 1:1), что превышало этот показатель в контроле на 56%, а в эталоне (зерно пшеницы) на 24%, что показывает перспективность использования субстратов с добавлением биогуруса для выращивания мицелия гриба вешенка обыкновенная.

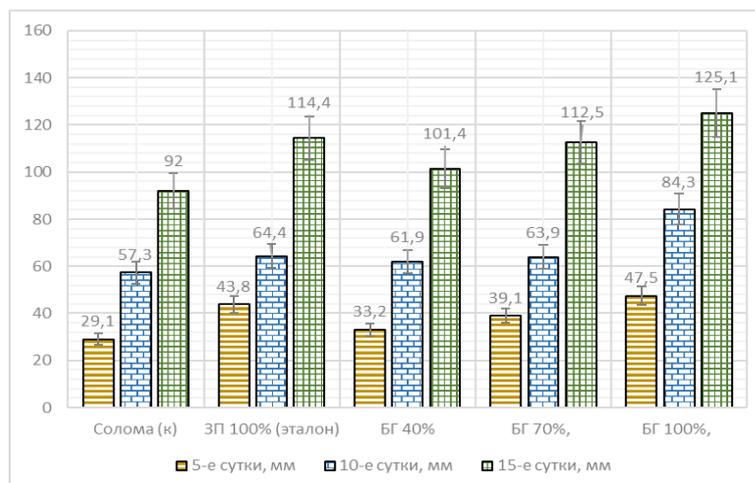


Рисунок 11 – Изучение линейного роста мицелия гриба *L. edodes* F-280 на субстратах с разной концентрацией биогумуса

На рисунке 11 представлены результаты опыта, показывающие влияние биогумуса на линейный рост мицелия гриба *L. edodes*. Данные о росте мицелия, полученные на 15-е сутки, показывают, что, как и в предыдущих опытах, рост мицелия увеличивался пропорционально концентрации биогумуса и достигал максимального значения при применении БГ 100% (соотношение соломы и биогумуса 1:1), при этом, линейный рост мицелия шиитакэ составлял 125,1 мм, что на 36% превышало этот показатель в контроле и на 9% в эталонном варианте (зерно пшеницы). Известно, что шиитакэ медленнорастущий гриб, предъявляющий определенные требования к субстратам, поэтому результаты проведенного эксперимента показывают перспективность практического использования субстратов с добавлением биогумуса для получения маточной культуры гриба.

Изучение линейного роста мицелия грибов *A. bisporus* E-58, *P. ostreatus* 813, *L. edodes* F-280 на субстрате с биогумусом и соломой представлены на рисунке 12.



Рисунок 12 – Изучение линейного роста мицелия грибов *A. bisporus* E-58 (слева), *P. ostreatus* 813 (в центре), *L. edodes* F-280 (справа) на субстрате с биогумусом и соломой

2.3 Подбор условий для массового размножения мицелия съедобных грибов

Основным и важнейшим условием для размножения грибов является температура, при помощи которой можно также регулировать влажность внутри емкостей со стерильным мицелием.

Например, оптимальной температурой для развития мицелия шампиньона двуспорового считается 24-26°C, для вешенки обыкновенной и шиитаке – 22-24°C. Причем, разные штаммы грибов могут реагировать на изменение температуры по-разному. В опыте изучали влияние температур в 17°C, 20°C, 23°C, 26°C и 29°C на рост и развитие штаммов изучаемых грибов. В качестве питательной среды использовали среду с экстрактом биогумуса 100%, а в качестве субстрата смесь пшеничной соломы и биогумуса в соотношении 1:1 по массе. Опыт проводили в чашках Петри, которые инкубировали в термостатах ТС-1/80 СПУ. Замеры диаметра колоний проводили на 6-е сутки. Повторность опыта десятикратная. Результаты влияния температуры на рост и развитие мицелия на питательных средах и субстратах представлены в таблицах 14-17.

Таблица 14 – Влияние температуры на рост и развитие мицелия гриба *A. bisporus* на питательной среде (биогумус 100%)

№	Температура, °С	Диаметр колонии, мм	Качество мицелия, балл	Высота колоны, мм	Ростовой коэффициент	<i>A. bisporus E-58</i>		<i>A. bisporus F-635</i>	
						Диаметр колонии, мм	Качество мицелия, балл	Высота колоны, мм	Ростовой коэффициент
1	17	37,1±3,41	2	1	11	32,8±2,86	2	1	10
2	20	47,3±4,06	3	2	41	47,7±4,03	3	2	41
3	23	68,5±6,38	4	2	78	62,8±5,61	4	2	50
4	26	70,5±6,20	5	3	150	70,8±6,25	5	2	101
5	29	64,8±5,61	4	2	74	68,4±6,40	4	2	78
6	32	38,5±3,24	3	1	17	38,4±3,33	3	1	16

Анализируя данные таблицы 14, обращает на себя внимание тот факт, что оба штамма (*A. bisporus E-58*, *A. bisporus F-635*) шампиньона могут расти в широком диапазоне температур. Скорость роста значительно увеличивается, начиная с температуры 20°C, продолжает расти к 23°C, достигая своего максимума в 26°C, при этом диаметр колонии у штамма *A. bisporus E-58* составлял 70,5 мм, а у штамма *A. bisporus F-635* – 70,8 мм, а ростовой коэффициент был 150 и 101 соответственно. Близкие значения в линейном росте мицелия указывают на то, что у изучаемых штаммов различий в предпочтениях

температурного оптимума практически не существует. Это объясняется тем, что при промышленном производстве шампиньонов используются штаммы в большей степени отвечающие существующей стандартной технологии производства. При повышении температуры до 29°C наблюдали уменьшение диаметра колонии, качества мицелия и ростового коэффициента, у штамма *A. bisporus E-58* он составлял 74, а у *A. bisporus F-635* – 78. Тенденция на уменьшение скорости роста мицелия продолжилась при увеличении температуры до 32°C. Качество мицелия и высота колоний гриба значительно уменьшились, а ростовой коэффициент у штамма *A. bisporus E-58* составил – 17, а у штамма *A. bisporus F-635* – 16. Таким образом, температурный оптимум для изучаемых штаммов находится в диапазоне от 23°C до 29°C. При производстве маточной культуры следует это учитывать и стараться поддерживать температуру близкую к 26°C.

Таблица 15 – Влияние температуры на рост и развитие мицелия гриба вида *P. ostreatus* на питательной среде (биогумус 100%)

№	Температура, °C	Диаметр колонии, мм	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэффициент	<i>P. ostreatus</i> 813		<i>P. ostreatus</i> 135	
						Диаметр колонии, мм	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэффициент
1	17	47,7±3,78	3	2	41	53,2±4,34	3	2	46
2	20	58,5±4,77	4	2	67	65,4±5,21	4	3	112
3	23	68,7±5,42	5	3	147	71,1±5,97	5	3	152
4	26	82,1±6,90	5	4	235	82,8±7,11	5	5	296
5	29	83,9±7,25	5	4	240	78,3±6,32	5	4	224
6	32	77,4±6,36	4	3	133	62,6±5,12	3	3	81

Данные представленные в таблице 15 показывают, что максимальный диаметр колонии был при температуре 29°C и составлял у штамма *P. ostreatus* 813 – 83,9 мм, а у штамма *P. ostreatus* 135 максимальный размер колонии был при 26°C и составлял 82,8 мм, при этой температуре качество мицелия (5 баллов), высота колонии (5 мм) и ростовой коэффициент (296), были максимальными. При повышении температуры у данного штамма рост мицелия замедлялся и при температуре 32°C снижался, качество мицелия было 3 балла, а ростовой коэффициент – 81. У штамма *P. ostreatus* 813 диаметр колонии был 77,4 мм, а качество мицелия (4 балла) и ростовой коэффициент (133) были выше, чем у штамма *P. ostreatus* 135. Данный факт свидетельствует о том, что разные штаммы гриба *P. ostreatus*

имеют разные температурные оптимумы, хотя и могут активно развиваться в диапазоне от 20°C до 32°C. Эту особенность температурного предпочтения различных штаммов гриба *P. ostreatus* следует учитывать при массовом производстве мицелия.

Таблица 16 – Влияние температуры на рост и развитие мицелия гриба вида *L. edodes* на питательной среде (биогукус 100%)

№	Температура, °С	Диаметр колонии, мм	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэффициент	<i>L. edodes</i> 4080		<i>L. edodes</i> F-280	
						Диаметр колонии, мм	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэффициент
1	17	35,9±3,21	2	1	10	31,4±2,76	2	1	9
2	20	48,4±4,14	3	2	42	45,8±3,91	3	2	39
3	23	55,8±4,89	4	2	64	52,1±4,28	4	2	60
4	26	64,2±5,81	5	2	92	62,1±5,09	5	2	89
5	29	53,0±4,52	4	2	61	47,6±4,14	4	2	54
6	32	33,8±2,97	3	1	15	22,5±1,84	2	1	7

Выращивание мицелия шиитакэ на питательной среде с биогукусом (табл. 16) показало, что температурный оптимум у штаммов *L. edodes* 4080 и *L. edodes* F-280 находится в диапазоне от 23°C до 29°C, но наилучшей является температура 26°C. При этой температуре диаметр колонии у штамма *L. edodes* 4080 был 64,2 мм, качество мицелия равнялось 5 баллов, а ростовой коэффициент 92. У штамма *L. edodes* F-280 при этой температуре диаметр колонии был максимальным и составлял 62,1 мм, а ростовой коэффициент был 89. Таким образом, показано, что оба штамма одинаково реагировали на повышение температуры, а оптимальной была температура 26°C.

Маточную культуру и активный мицелий грибов выращивают на субстратах различного состава, обычно идентичного субстрату для получения плодовых тел. В этой связи для изучения влияния температуры на рост и развития мицелия изучаемых грибов, мы использовали мицелий, состоящий из измельченной пшеничной соломы и биогукуса в соотношении 1:1 (табл. 17-19).

Таблица 17 – Влияние температуры на рост и развитие мицелия гриба вида *A. bisporus* на питательном субстрате (солома+биогумус)

№	Температура, °С	Диаметр колонии, мм	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэффициент	Диаметр колонии, мм	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэффициент
1	17	38,1±2,51	2	1	11	36,4±3,06	2	1	10
2	20	51,2±4,73	3	2	44	50,1±4,38	3	2	43
3	23	69,2±5,75	4	2	79	67,3±4,74	4	2	77
4	26	73,3±6,43	5	3	157	71,6±6,64	5	2	102
5	29	65,9±5,95	4	2	75	64,4±5,70	4	2	74
6	32	44,2±3,52	3	1	19	42,0±3,74	3	1	18

Как видно из данных представленных в таблице 17, оптимальной температурой для развития изучаемых штаммов *A. bisporus E-58* и *A. bisporus F-635* была температура 26°С. При этой температуре диаметр колоний у штамма *A. bisporus E-58*, достигал 73,3 мм, качество мицелия было очень хорошим (5 баллов), высота колонии достигала 3 мм, а ростовой коэффициент – 157. При данной температуре у штамма *A. bisporus F-635* диаметр колонии был несколько меньше (71,6 мм), но качество мицелия было также высоким (5 баллов), хотя высота колонии была на уровне 2 мм, а ростовой коэффициент – 102. Следует отметить, что мицелий изучаемых штаммов пронизывал субстрат на всю глубину. При повышении температуры, особенно до 32°С, интенсивность линейного роста мицелия значительно снижалась, а ростовой коэффициент для штамма *A. bisporus E-58* составлял 19, а для штамма *A. bisporus F-635* – 18, качество мицелия снижалось (3 балла), а высота мицелия над субстратом была равна 1 мм.

Таблица 18 – Влияние температуры на рост и развитие мицелия гриба вида *P. ostreatus* на питательном субстрате (солома+биогумус)

№	Температура, °С	Диаметр колонии, мм	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэффициент	Диаметр колонии, мм	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэффициент
1	17	45,8±3,82	3	2	39	48,9±3,90	3	2	42
2	20	56,2±4,49	4	2	64	61,3±5,66	4	3	105
3	23	65,6±5,85	4	4	150	70,2±6,05	4	4	160
4	26	80,2±7,19	5	4	229	81,0±6,90	5	5	289

№	Температура, °С	Диаметр колонии, мм	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэф-фициент	Диаметр колонии, мм	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэф-ент
		<i>P. ostreatus</i> 813				<i>P. ostreatus</i> 135			
5	29	86,0±5,56	5	5	307	82,4±6,87	5	5	294
6	32	79,5±6,22	4	4	182	73,8±6,39	3	4	127

Результаты эксперимента, представленные в таблице 18 показывают, что штаммы гриба *P. ostreatus* могут активно расти и развиваться на субстрате из соломы и биогумуса в широком диапазоне температур от 20°C до 32°C. Самый активный рост у вешенки обыкновенной наблюдали при 29°C, диаметр колонии у штамма *P. ostreatus* 813 был 86,0 мм, качество мицелия было высоким (5 баллов), высота колонии составляла 5 мм, а ростовой коэффициент – 307. У штамма *P. ostreatus* 135 эти показатели были следующими: диаметр колонии – 82,4 мм, качество мицелия – 5 баллов, высота колонии – 5 мм и ростовой коэффициент – 224. При повышении температуры до 32°C, интенсивность роста мицелия уменьшалась, а качество снижалось. Обратил на себя внимание тот факт, что при температуре культивирования в 29°C, и 32°C, на внутренней стороне крышки чашки Петри интенсивно образовывалось большое количество конденсата, что свидетельствует о высокой биологической активности штаммов и интенсивном разложении субстрата (рис. 13). Однако, если экстраполировать эти данные на большой объем субстрата (субстратных блоков), то можно получить негативный результат, мицелию может не хватать воздуха, температура в субстрате будет повышаться и мицелий может погибнуть. Поэтому наиболее приемлемой температурой для выращивания мицелия гриба *P. ostreatus* является 26°C. При этой температуре мицелий вешенки обыкновенной развивается достаточно интенсивно, и качество мицелия остается высоким (5 баллов).



Рисунок 13 – Образование конденсата на внутренней стороне чашки Петри при культивировании мицелия гриба *P. ostreatus* 813

Таблица 19 – Влияние температуры на рост и развитие мицелия гриба *L. edodes* на питательном субстрате (солома+биогумус)

№	Температура, °С	Диаметр колонии, мм	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэф-циент	Диаметр колонии, мм	Качество мицелия, балл	Высота колонии, мм	Ростовой коэф-ент
1	17	34,9±3,28	2	1	10	30,9±2,42	2	1	9
2	20	45,3±3,59	3	2	39	41,5±3,72	3	2	36
3	23	53,1±4,95	4	2	61	48,2±3,73	4	3	83
4	26	62,1±4,53	5	3	133	61,6±5,40	5	3	132
5	29	59,9±5,17	4	2	68	58,9±5,22	4	2	67
6	32	40,5±3,63	3	1	17	39,5±3,10	2	1	11

В таблице 19 представлены данные, отражающие влияние температуры на рост и развитие мицелия гриба *L. edodes*. Как видно из таблицы, оптимальной температурой для развития мицелия обоих штаммов является 26°С, у штамма *L. edodes* 4080 диаметр колонии достигал 62,1 мм, при хорошем качестве мицелия (5 баллов) и ростовом коэффициенте 133. Близкие значения этих параметров были и у штамма *L. edodes* F-280: диаметр колонии – 61,6 мм, качество мицелия – 5 баллов, ростовой коэффициент – 132. При повышении температуры до 29°С, рост мицелия был также достаточно интенсивным, но у некоторых чашек Петри на внутренней поверхности крышек образовывался конденсат.

В связи с тем, что есть много сведений о саморазогреве субстрата при выращивании мицелия из-за его биологической активности при разложении питательных субстратов, был заложен опыт по изучению влияния температуры на рост и качество мицелия при его массовом размножении. Массовое размножение мицелия осуществляется в емкостях (часто в стеклянных банках), объемом от 0,75 л до 3 л. Емкости с субстратом стерилизуются в автоклаве при давлении 1,2-1,3 атм. и инокулируются чистой культурой мицелия. При повышении температуры увеличивается скорость зарастания субстрата мицелием, но возникает опасность выделения большого количества конденсата, экссудата, саморазогрева и гибели мицелия.

Таблица 20 – Влияние температуры на рост и качество мицелия при его массовом размножении

№	Температура, °С	Объем емкости, л					
		0,75		1,5		3	
		Качество мицелия, балл / температура внутри емкости	Количество суток до полного зарастания емкости	Качество мицелия, балл / температура внутри емкости	Количество суток до полного зарастания емкости	Качество мицелия, балл / температура внутри емкости	Количество суток до полного зарастания емкости
<i>A. bisporus E-58</i>							
1	22	4/22	14	4/22	20	5/22	27
2	24	4/24	13	4/24	19	4/24	25
3	26	4/26	12	3/26	18	3/27	23
4	28	2/28	10	2/28	16	2/29	20
<i>P. ostreatus 813</i>							
5	22	5/22	12	5/22	20	5/22	24
6	24	5/24	11	5/24	19	5/24	23
7	26	5/26	10	5/26	18	5/28	21
8	28	5/28	9	5/28	16	5/30	17
<i>L. edodes 4080</i>							
9	22	5/22	18	5/22	21	4/22	27
10	24	4/24	16	4/24	20	4/24	25
11	26	4/26	15	4/26	18	4/26	23
12	28	3/28	14	3/28	16	2/28	20

Анализируя данные, представленные в таблице 20, можно сказать, что повышение температуры способствует увеличению скорости роста мицелия изучаемых видов грибов. Так при выращивании гриба *A. bisporus E-58* в банках объемом 0,75 л при 22°С полное зарастание субстратом проходило за 14 суток, при культивировании мицелия в тех же условиях в банках объемом 1,5 л проходило за 20 суток, а при культивировании в банках объемом 3 л, за 27 суток. Такая нелинейная зависимость зарастания субстрата в банках, не пропорциональная увеличению объема, связана с тем, что несмотря на то, что объем увеличивается в 2 раза (0,75 л, 1,5 л, 3 л), высота банок изменяется в меньших пределах (0,75 л – 15 см, 1,5 л – 19 см, 3 л – 23 см). Так как мы имеем дело с линейным ростом мицелия, зарастание банок происходит, в большей степени, пропорционально высоте питательного субстрата, который находится в банках. Эта закономерность соблюдается при объемах банок 0,75 л и 1,5 л. При культивировании мицелия в банках объемом 3 л, при

оптимальной температуре (26°C) и повышенной температуре (28°C), эта закономерность несколько нарушается, так как температура субстрата внутри банок объемом 3 л увеличивается на 1°C и составляет 27°C и 29°C соответственно, а увеличение температуры способствует более интенсивному развитию мицелия. Следует заметить, что как показывает практика при выращивании мицелия в субстратных блоках большего объема, температура субстрата может увеличиваться на 4-8°C, что может привести к гибели мицелия.

При культивировании гриба *P. ostreatus* 813 при температуре 26°C и 28°C, температура субстрата внутри 3-х литровых банок составляла 28°C и 30°C, то есть температура увеличилась на 2°C. Увеличение температуры при промышленном производстве грибов при использовании субстратных блоков большего объема (10-20 л) способствует значительному разогреву мицелия и его гибели. При культивировании мицелия штамма *P. ostreatus* 813 в банках объемом 0,75 л и 1,5 л, повышение температуры субстрата внутри банок не наблюдалось, не было отмечено увеличение температуры при культивировании в этих объемах и у штаммов *A. bisporus* E-58, *L. edodes* 4080. Таким образом, объем субстрата в значительной степени влияет на изменение температуры внутри блока и может способствовать как более быстрому росту, так и гибели мицелия.

Анализируя данные роста и развития мицелия штамма *P. ostreatus* 813 при культивировании в банках указанных объемов (0,75 л, 1,5 л, 3 л) во всем диапазоне изучаемых температур можно сказать, что во всех вариантах качество мицелия было высоким (5 баллов), время зарастания мицелием при культивировании в банках объемом 0,75 л и 1,5 л уменьшалось пропорционально увеличению температуры. Такая же закономерность между повышением температуры и уменьшением срока зарастания мицелием банок наблюдали и у гриба *L. edodes* 4080, при этом увеличение температуры внутри субстрата при культивировании в 3-х литровых банках не происходило, это связано с тем, что шиитаке является медленнорастущим грибом, то есть все биологические процессы, включая разложение питательного субстрата идут медленно.

В задачи исследования не входило изучение плодоношения съедобных грибов *A. bisporus*, *P. ostreatus*, *L. edodes*. Однако нам было необходимо удостовериться, что из произведенного мицелия могут развиваться полноценные плодовые тела. Поэтому часть мицелия, полученного на субстратах, мы переложили в емкости и пакеты, и создали условия для образования плодовых тел, а другую часть мицелия передали музею-усадьбе Л.Н. Толстого «Ясная Поляна», где в теплице были заложены опыты по получению плодовых тел вешенки обыкновенной и шиитаке на отрубках разных пород деревьев. Результаты работы представлены на рисунках 14-23.



Рисунок 14 – Формирование плодовых тел грибов *P. ostreatus* 813 (слева) и *L. edodes* 4080 (справа) в чистой культуре на питательных средах (в пробирках)



Рисунок 15 – Начало плодообразования гриба *P. ostreatus* 813 при культивировании мицелия в пластиковой емкости (5 л) на субстрате из биогумуса и соломы (1:1)



Рисунок 16 – Плодоношение гриба *P. ostreatus* 813 при культивировании мицелия в пластиковом пакете на субстрате из биогумуса и опилок березы (1:1)



Рисунок 17 – Плодоношение гриба *P. ostreatus* 813 при культивировании мицелия в пластиковой емкости (5 л) на субстрате из биогумуса и опилок сосны (1:1)



Рисунок 18 – Плодоношение гриба *P. ostreatus* 813 при культивировании мицелия в пластиковом контейнере (2 л) на субстрате из биогумуса и соломы (1:1)



Рисунок 19 – Начало плодоношения гриба *P. ostreatus* 813 при культивировании мицелия на отрубках березы в теплице музея-усадьбы Л.Н. Толстого «Ясная Поляна»



Рисунок 20 – Плодоношение гриба *P. ostreatus* 813 при культивировании мицелия на отрубках березы в теплице музея-усадьбы Л.Н. Толстого «Ясная Поляна»



Рисунок 21 – Плодоношение гриба *P. ostreatus* 813 при культивировании мицелия на отрубках осины в теплице музея-усадьбы Л.Н. Толстого «Ясная Поляна»



Рисунок 22 – Плодоношение гриба *A. bisporus* E-58 при культивировании мицелия на субстрате с добавлением биогумуса в теплице музея-усадьбы Л.Н. Толстого «Ясная Поляна»



Рисунок 23 – Начало плодоношения у грибов *P. ostreatus* 813 (вешенки) и *L. edodes* 4080 (шиитаке) на березовых отрубках (слева), начало плодоношения у гриба *L. edodes* 4080 на субстратном блоке с добавлением биогумуса (справа) при культивировании в теплице музея-усадьбы Л.Н. Толстого «Ясная Поляна».

Результаты выполненной научно-исследовательской работы показывают, что биогумус червей вида *D. veneta* является ценным компонентом питательных сред и субстратов для выращивания мицелия грибов *A. bisporus* (шампиньон), *P. ostreatus*

(вешенка обыкновенная) *L. edodes* (шиитаке). Субстраты с добавлением биогумуса обладают питательной ценностью и технологичны в применении, они могут заменять более дорогие органические добавки такие, как зерно злаков и комбикорма. Использование биогумуса в грибоводстве позволит производить высококачественный мицелий и плодовые тела изучаемых видов грибов, а также значительно увеличить рентабельность производства.

Заключение

Качественный мицелий является залогом успешного производства съедобных грибов. Мицелий должен соответствовать сортовым требованиям, обладать высокой жизнеспособностью, урожайностью и хорошим качеством плодовых тел. Поэтому культивированию качественного мицелия придается большое значение во всех существующих технологиях производства грибов.

Для выделения мицелия съедобных грибов видов *Agaricus bisporus* (шампиньон двуспоровый), *Pleurotus ostreatus* (вешенка обыкновенная), *Lentinula edodes* (шиитаке) использовали части плодового тела, которые поверхностно стерилизовали и помещали в чашки Петри на агаризованные питательные среды: картофельный агар (КА эталон), сусло агар (СА), голодный агар с добавлением биогуруса (ГА+БГ 40% и ГА+БГ 70%) и с добавлением зоогуруса (ГА+ЗГ 40% и ГА+ЗГ 70%). Биогурус является продуктом утилизации различных органических отходов компостными червями вида *Dendrobaena veneta*. Зоогурус является продуктом переработки различных органических отходов личинками насекомого *Hermetia illucens* (черная львинка). Результаты исследования показали, что все изучаемые среды можно использовать для выделения мицелия грибов в чистую культуру. Однако лучше всего растет мицелий на картофельном агаре, сусло агаре и средах с добавлением биогуруса, хуже – на средах с зоогурусом, причем при увеличении концентрации зоогуруса, уменьшается интенсивность роста и качество мицелия. Однако питательные среды с зоогурусом можно использовать для длительного хранения мицелия, так как мицелий на этих средах развивается медленно и пересевы чистых культур грибов можно делать реже.

Питательные среды и субстраты для выращивания мицелия изучаемых грибов представляют собой смеси органических и неорганических веществ. В качестве добавки к питательным средам при выращивании мицелия шампиньона, вешенки обыкновенной и шиитаке добавляли биогурус в разных концентрациях. Результаты опытов показали, что все виды грибов хорошо растут и развиваются на питательных средах с добавлением биогуруса. У грибов видов *A. bisporus*, *P. ostreatus*, *L. edodes* наблюдается тенденция увеличения роста мицелия по мере повышения концентрации биогуруса в питательной среде. При концентрации биогуруса 100% диаметр колоний, качество мицелия (5 баллов) и ростовые коэффициенты у изучаемых грибов были максимальными. Это связано с тем, что в состав биогуруса входит большое количество питательных веществ, необходимых для нормального роста и развития мицелия шампиньона, вешенки обыкновенной, шиитаке и он является перспективной составной частью питательных сред для изучаемых видов грибов.

Изучение влияния древесных опилок различных пород деревьев (береза, сосна, лиственница, липа, осина, дуб, вяз) на рост и развитие мицелия гриба *L. edodes* показало, что лучше всего растет и развивается мицелий на среде с добавлением опилок березы, сосны и липы, то есть питательные среды с опилками более мягкой древесины активнее колонизируется мицелием гриба *L. edodes*.

Изучение влияния состава субстратов на рост и развитие мицелия изучаемых грибов показало, что важно правильно подобрать компоненты субстратов и провести соответствующую обработку, с учетом предпочтений каждого вида грибов. В опыте по изучению влияния различных органических отходов и их сочетаний на рост и развитие мицелия гриба *A. bisporus*, учитывая, что он является сапротрофом, использовали субстраты следующего состава: компостированный конский навоз, компостированная пшеничная солома, биогурус (БГ), зоогурус (ЗГ), компостированные конский навоз и солома (1:1), компостированный конский навоз и биогурус (1:1), компостированный конский навоз и зоогурус (1:1), компостированная солома и биогурус (1:1), компостированная солома и зоогурус (1:1), компостированные конский навоз, солома и биогурус (1:1:1), компостированные конский навоз, солома и зоогурус (1:1:1). Самые высокие показатели, характеризующие развитие мицелия, были в варианте с использованием биогуруса и конского навоза (диаметр колонии составлял 82,1 мм, ростовой коэффициент – 141) и на субстрате, состоящем из конского навоза, соломы и биогуруса (диаметр колонии составлял 80,7 мм, ростовой коэффициент – 138). Субстраты с применением биогуруса в качестве добавки очень перспективны для производства маточной культуры и активного мицелия шампиньона. Для повышения эффективности субстратов следует более детально изучить пропорции компонентов в субстратах.

Грибы *P. ostreatus* и *L. edodes* являются активными биодеструкторами древесины (ксилотрофы). Поэтому в качестве питательных субстратов для наработки мицелия использовали: субстрат на основе пшеничной соломы (контроль), опилок березы, опилок сосны, соломы и биогуруса (1:1), соломы и зоогуруса (1:1), опилок березы и биогуруса (1:1), опилок березы и зоогуруса (1:1), опилок сосны и биогуруса (1:1), опилок сосны и зоогуруса (1:1). Лучше всего развивался мицелий вешенки обыкновенной и шиитаке на субстратах с использованием опилок березы и биогуруса, ростовой коэффициент был наивысшим и достигал 200 у вешенки и 158 у шиитаке. Перспективными также являются субстраты с биогурусом и опилками сосны, биогурусом и пшеничной соломой. Предлагаемые субстраты могут использоваться для получения маточной культуры грибов, активного (живого) мицелия и для получения плодовых тел.

В современном производстве мицелия шампиньона обычно используется зерно пшеницы и других злаковых культур. Зерно пшеницы требует предварительной обработки, заключающейся в удалении мусора, обмывания, варки, поверхностного высушивания, стоимость зерна в настоящее время достаточно высокая. При приготовлении субстратов на основе целлюлозосодержащих отходов и биогумуса отсутствуют манипуляции, необходимые при подготовке зерна, а общим моментом является только стерилизация. Таким образом, производство субстратов на основе целлюлозосодержащих отходов и биогумуса менее затратно, а рентабельность производства мицелия значительно выше.

Скорость роста и качество мицелия у изучаемых видов грибов во многом зависит от температуры культивирования, особенно при выращивании мицелия в больших объемах, так как температура может повышаться при активном разложении субстрата. Определено, что температурный оптимум для гриба *A. bisporus* находится в диапазоне от 23°C до 29°C, но наилучшей является температура 26°C.

Разные штаммы гриба *P. ostreatus* могут иметь разные оптимумы температур, но активно развиваются в диапазоне от 20°C до 32°C. При выращивании мицелия в чашках Петри, наиболее интенсивно развивался мицелий вешенки при 29°C, но на внутренней стороне крышки чашек Петри образовывалось большое количество конденсата, что свидетельствует о высокой биологической активности гриба и интенсивном разложении субстрата. Если экстраполировать эти данные на большой объем субстрата (субстратных блоков), то можно получить негативный результат, мицелию может не хватать воздуха, температура в субстрате будет повышаться и мицелий может погибнуть. Поэтому наиболее приемлемой температурой для выращивания мицелия грибов *P. ostreatus* и *L. edodes* является 26°C. При этой температуре мицелий вешенки обыкновенной и шиитаке развивается достаточно интенсивно, и качество мицелия остается высоким (5 баллов).

Массовое размножение мицелия осуществляется в стеклянных банках, объемом от 0,75 л до 3 л. Емкости с субстратом стерилизуют в автоклаве и инокулируют чистой культурой мицелия. Изучение влияния температуры на рост и качество мицелия при его массовом размножении показало, что при повышении температуры увеличивается скорость зарастания субстрата мицелием, но возникает опасность выделения большого количества конденсата, экссудата, саморазогрева и гибели мицелия. При культивировании мицелия в банках объемом 3 л, при повышенной температуре (28°C), температура субстрата внутри банок объемом 3 л может увеличиваться на 1°C у гриба *A. bisporus*, а у гриба *P. ostreatus* на 2°C. При выращивании мицелия гриба *L. edodes* увеличение температуры внутри субстрата не происходило, это связано с тем, что шиитаке является медленнорастущим грибом, то

есть все биологические процессы, включая разложение питательного субстрата идут медленнее.

Предлагаемая методика выделения и размножения мицелия показала высокое качество мицелия грибов *A. bisporus*, *P. ostreatus*, *L. edodes*, которые образовывали полноценные плодовые тела как в микробиологической лаборатории, так и в теплице музея-усадьбы Л.Н. Толстого «Ясная Поляна».

Результаты выполненной научно-исследовательской работы показывают, что биогумус червей вида *D. veneta* является ценным компонентом питательных сред и субстратов для выращивания мицелия грибов *A. bisporus* (шампиньон), *P. ostreatus* (вешенка обыкновенная) *L. edodes* (шиитаке). Субстраты с добавлением биогумуса обладают питательной ценностью и технологичны в применении, они могут заменять более дорогие органические добавки такие, как зерно злаков и комбикорма. Использование биогумуса в грибоводстве позволит производить высококачественный мицелий и плодовые тела изучаемых видов грибов, а также значительно увеличить рентабельность производства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Александрова, Е. Г., Милюткин, В. А. Оценка влияния технологии культивирования шампиньона двуспорового на урожайность грибов // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. - 2018. - Т. 1. - С. 226-230
- 2 Алексеева К.Л. Производство съедобных грибов: импортозамещение и перспективы развития // Картофель и овощи. - 2024. - №7. - С. 21-25. <https://doi.org/10.25630/PAV.2024.79.27.002>
- 3 Алексеева, К. Л. Культивируемые грибы / Научно-производственный справочник / Изд-во Рос. Сельхоз. Академии. - М.: РАСХН. - 2000. -223с.
- 4 Алексеева, К. Л. Состояние отрасли грибоводства в Российской Федерации и современные тенденции её развития // Овощеводство: состояние, проблемы, перспективы. – Москва. - 2001. – С. 72-76.
- 5 Алексеенко, Е. Н., Полишко, Т. М., Винников, А. И. Особенности выращивания мицелия грибов *Pleurotus ostreatus* // Regulatory Mechanisms in Biosystems. – 2010. – Т. 1. - № 1. – С. 9–15.
- 6 Алексеенко, Е. Н., Полишко, Т. М., Винников, А. И. Пищевая, лечебная и экологическая ценность грибов *Pleurotus ostreatus* // Biosystems Diversity. - 2010. – Т. 18. - №1. – С. 3-9.
- 7 Антонов, А. М., Lutovinovas, E., Иванов, Г. А., Пастухова, Н. О. Адаптация и перспективы разведения мухи Черная львинка (*Hermetia illucens*) в циркумполярном регионе // Принципы экологии. - 2017. - № 3. - С. 4–19. DOI: 10.15393/ j1.art.2017.6302.
- 8 Бабицкая, В. Г., Щерба, В. В. *Pleurotus ostreatus* - продуцент комплекса биологически активных веществ // Прикладная биохимия и микробиология. - М.: - 1996. - Т. 32. - № 2. - С. 203-210.
- 9 Бастраков, А. И., Донцов, А. Е., Ушакова, Н. А. Муха черная львинка *Hermetia illucens* в условиях искусственного разведения – возобновляемый источник меланин-хитозанового комплекса // Известия уфимского научного центра РАН. - 2016. - № 4. - С. 77–79.
- 10 Бисько, Н. А. Шампиньон двуспоровый (*Agaricus bisporus* (Lange) Imbach) и вешенка обыкновенная *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm в искусственных экосистемах. Автореф. дис. докт. биол. наук. Киев. - 1992. - С. 43.
- 11 Бисько, Н. А., Билай, В. Т., Митропольская, Н. Ю. Выращивание съедобных грибов (рекомендации по выращиванию шампиньонов, вешенки) / К.: Знание. - 2000. – 42 с.

- 12 Бисько, Н. А., Митропольская, Н. Ю., Соломко, Э. Ф. Лекарственные грибы – для здоровья и красоты / К.: Наукова думка. - 2003. – 40 с.
- 13 Бисько, Н.А. Дудка, И.А. Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка / Киев, Наук. думка. – 1987. - 148 с.
- 14 Бухало А.С., Бисько Н.А., Соломко Э.Ф. Билай В.Т., Митропольская Н.Ю., Поединок Н.Л. Михайлова О. Б. Культивирование съедобных и лекарственных грибов / К.: Чернифоинформ. - 2004. - 128 с.
- 15 Ветчинкина, Е.П., Никитина, В.Е. Морфологические особенности роста мицелия и плодоношения некоторых штаммов съедобного ксилотрофного базидиомицета *Lentinus edodes* // Известия Самарского научного центра РАН. - 2007. - Т. 9. - №4. - С. 1085-1090.
- 16 Вишневский, М. В. Лекарственные грибы. Большая энциклопедия / Москва: Эксмо. - 2014. – 400 с. ISBN 978-5-699-71475-9
- 17 Гарибова, Л. В. Морфология, биология и систематика рода *Agaricus* Fr. Emend. Karst.: автореферат диссертации ... доктора биологических наук / Московский университет [МГУ] им. М.В. Ломоносова. - 1982. - 37 с.
- 18 Гарибова, Л.В. Грибная индустрия сегодняшнего дня // Биология наших дней. - М. - 1987. – С. 115-135.
- 19 Гуков, Г. В., Розломий, Н. Г. Гриб шиитаке *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler в Приморском крае: распространение, пищевые и лекарственные свойства // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2017. - №8. - С. 104-109.
- 20 Девочкина, Н. Л., Мукиенко, С. В., Дугуниева, Л. Г. Шиитаке. Введение в промышленную культуру дереворазрушающего экзотического гриба долголетия // Картофель и овощи. - 2021. - №5. - С. 17-20. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.42.11.002>
- 21 Девочкина, Н. Л. Технология приготовления субстрата для выращивания вешенки обыкновенной // Эффективные приемы выращивания овощных культур. - 1998. - С. 235-238.
- 22 Девочкина, Н. Л., Дугуниева, Л. Г., Разин, А. Ф., Иванова, М. И., Нурметов Р. Д. Инвестиционная привлекательность промышленного грибоводства // Экономика сельского хозяйства России. - 2018.- № 11. - С. 52-59. DOI 10.32651/2070-0288-2018-11-52-59
- 23 Девочкина, Н. Л., Мукиенко, С. В., Селиванов, В. Г., Рубцов, А. А. Инновационные технологии и технические средства для промышленного производства

культивируемых грибов: практ. пособ. // М.: ФГБНУ «Росинформагротех». - 2021. - 80 с.

24 Девочкина, Н. Л., Нурметов, Р. Дж., Прянишникова, Л. Н., Мукиенко, С. В. Инновационная технология приготовления субстрата в стерильных условиях для культивирования вешенки // Картофель и овощи. – 2019. - №2. - С. 17-19.

25 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / М.: Агропромиздат. - 1985. - 351 с.

26 Дудка И.А. Промышленное культивирование съедобных грибов. / Изд. Киев: Наук. Думка. - 1978. – 264 с.

27 Закутнова, В. И., Володина, Н. В., Закутнова, Е. Б. Методика исследования грибов рода *Pleurotus* в астраханской области (на примере вешенки обыкновенной) // Астраханский вестник экологического образования. - 2017. – Т. 1. - №39. – С. 86-90.

28 Киреев, В. Р., Макурина, О. Н., Киреева, С. В. Некоторые аспекты направленного биологического воздействия на мицелий *Pleurotus ostreatus* и *Agaricus bisporus*, а также на ряд сельскохозяйственных растений // Известия Самарского научного центра РАН. - 2009. - Т.11.- №1. - С. 217-222

29 Колтунов, Б. П., Фомина, В. И., Лысенкова, А. Б. Формирование урожая вешенки обыкновенной *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm. и ее пищевая ценность // Пути интенсификации овощеводства в зап. районах Украины (Львов). - 1988. - С. 121-132.

30 Комин, П. А. Искусственное выращивание гриба шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) на хвойных опилках // Вестник КрасГАУ. - 2016. - №11. - С. 12-19.

31 Коробан, Л. П. Биологические особенности гриба *Lentinus Edodes* (Berk.) Sing. При интенсивном культивировании на лигноцеллюлозных отходах в Молдове: дис. ... канд. биол. наук. // Москва. - 2004.- 24 с.

32 Краснопольская, Л. М., Кац, Н. Ю., Усов, А. И., Барков, А. В., Винокуров, В. А. Погруженное культивирование штамма базидиомицета *Lentinus edodes* с широким спектром биологической активности // Антибиотики и Химиотерапия. – 2012. – Т. 57. № 9-10. – С. 3-7.

33 Крутов А.В., Шихарев И.А. К вопросу промышленного выращивания шампиньонов в республике беларусь // Агропанорама. - 2021. - №4. - С. 17-21

34 Крутов, А. В., Шихарев, И. А. Выбор мощности парогенератора для термической обработки субстрата при промышленном выращивании шампиньонов // Техническое обеспечение инновационных технологий в АПК. – 2021. – С. 146-149.

35 Морозов, А. И. Выращивание вешенки / Донецк: Сталкер. - 2001. – 48 с.

36 Морозов, А. И. Лекарственные грибы. / Донецк: Сталкер. - 2003. – 207 с.

37 Муравьев, А. Ю., Ефремов, А. А. Концепция развития грибоводства на период 2015-2020 гг. // М.: ООО «ПКФ Агротип». - 2014. – 42 с.

38 Петрова, Л. А. Технологии выращивания вешенки культивируемой // Пищевая промышленность. - 2007. - №11. – С. 58.

39 Правительство Российской Федерации. Распоряжения. О внесении изменений в распоряжение Правительства РФ от 25 января 2017 г. N 79-р: Распоряжение Правительства РФ от 10 октября 2023 г. N 2761-р : [принят Председателем Правительства Российской Федерации 10 октября 2023 года]. - URL: <http://pravo.gov.ru/> (дата обращения: 20.10.2023). - Текст : электронный.

40 Разин, А. Ф., Мещерякова, Р.А., Девочкина, Н.Л., Разин О. А. Оценка состояния грибоводства в России, риски при производстве продукции культивируемых грибов // Экономика сельского хозяйства России (Агропродовольственный рынок). – 2020. – № 9. – С. 43-50. DOI 10.32651/209-43

41 Ранчева, Ц. Интенсивное производство шампиньонов / М.: Агпропромиздат. -1990. - 190 с.

42 Раптунович, Е. С., Федоров, Н. И. Искусственное выращивание съедобных грибов / Минск: Вышэйшая школа. - 1994. - 206 с.

43 Саубенова, М. Г., Олейникова, Е. А., Ермекбай, Ж. Н., Айтжанова, А. А., Бокенов, Д. Д. Микробиологические аспекты выращивания высших грибов // Микробиология и вирусология. - 2021. – Т. 3. - №34. - С. 1-30.

44 Сержанина, Г. И., Яшкин, И. Я. Грибы / Мн.: Наука и техника. - 1986. - 232 с.

45 Солдатенко, А. В., Разин, А. Ф., Нурметов, Р. Д., Девочкина, Н. Л., Разин, О. А. Промышленное грибоводство как инновационное направление экономической деятельности в сфере АПК РФ // Овощи России. – 2018. - №3. – С. 89- 92. DOI:10.18619/2072-9146-2018-3-89-92

46 Соломко, Э. Ф. Состав плодовых тел и мицелия высшего съедобного гриба - вешенки обыкновенной // Прикладная биохимия и микология М. – 1985. - Т. 23. - №2. - С. 230-236.

47 Сычев, П.А. Экзофизиология высших грибов / Донецк: Кассиопея.- 2000.- 276с.

48 Указ Президента Российской Федерации N 204 от 7 мая 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». - URL: <http://publication.pravo.gov.ru/> (дата обращения: 18.12.2022). - Текст : электронный.

49 Уланова, Р. В., Гольдштейн, В. Г., Колпакова, В. В., Носовская, Л. П., Адикаева, Л. В. Изучение культивирования штамма *Pleurotus ostreatus* в глубинной культуре на среде зернового экстракта // Достижения науки и техники АПК. - 2018. – Т. 32. - №8. – С. 82-87.

50 Учаева, И. М., Цивилева, О. М., Спицына, М. А. Тестирование экологической безопасности гетероциклических халькогенсодержащих аминесоединений на базидиомицетах *Lentinula edodes*, *Ganoderma lucidum* и *Gganoderma applanatum* // Научное обозрение. – 2017. – №3. - С. 1-8.

51 Юдин, А. В. Большой определитель грибов / Атлас. - М.: ООО «Изд-во АСТ», ООО «Изд-во Астрель». - 2001. - 256 с.

52 Babitskaya, V. G., Bisko, N. A., Mitropolskaya, N. Yu. Biologically active substances from fruiting bodies and mycelia of medicinal mushroom *Lentinus edodes* (Berk.) Sing.// Труды Никитского ботанического сада.- 2007.- No.127. - P. 116-119.

53 Bisen, P.S., Baghel, R.K., Sanodiya, B.S., Thakur, G.S., Prasad, G.B. *Lentinus edodes*: a macrofungus with pharmacological activities // Curr Med Chem. – 2010. - Vol.17. – No. 22. - P. 2419-2430. doi: 10.2174/092986710791698495. PMID: 20491636;

54 Buchalo, A. S., Mitropolskaya, N. Y. Catalogue of the Culture Collection of Mushrooms / К. : Osnova. - 2001. – 32 p.

55 Gaitán-Hernández, R., Cortés, N., Mata, G. Improvement of yield of the edible and medicinal mushroom *Lentinula edodes* on wheat straw by use of supplemented spawn // Brazilian Journal of Microbiology. - 2014. - Vol.45. – No. 2. - P. 467-474. DOI:10.1590/S1517-83822014000200013;

56 Gao, S., Huang, Z., Feng, X. et al. Bioconversion of rice straw agro-residues by *Lentinula edodes* and evaluation of non-volatile taste compounds in mushrooms // Sci Rep. - 2020. – Vol.10. - 1814 p. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58778-x> ;

57 Hobbs, Ch. Medicinal mushrooms: An exploration of tradition, healing and culture. / Santa Cruz: CA: Botanica Press. - 1995. – 251 p.

58 Kekillioglu, A., & Erdoğan, A. A. Research on the Bio-ecology, Morphology and Seasonal Variation of *Dendrobaena veneta* (Rosa, 1886) // Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology. - 2022. – No. 10. – P. 2806–2810. DOI: 10.24925/turjaf.v10isp1.2806-2810.5758].

59 Kirk, P. M., Cannon, P. F., David, J. C. Ainsworth and Bisbys Dictionary of the Fungi / Egham: CABI Bioscience. - 2005. – 624 p.

60 Kobayashi, T., Oguro, M., Akiba, M., Taki, H., Kitajima, H., & Ishihara, H. Mushroom yield of cultivated shiitake (*Lentinula edodes*) and fungal communities in logs //

Journal of Forest Research. – 2020. - Vol.4. - No 25. – P. 269–275.
<https://doi.org/10.1080/13416979.2020.1759886>)

61 Lelik, L., Vitányi, Gy., Lefler, J., Hegóczky, I. Production of the mycelium of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom and investigation of its bioactive compounds // *Acta Alimentaria*. - 1997. - Vol.3. - No 26. – P. 271-277.

62 Mizuno, T. Food function and medicinal effects of mushrooms fungi // *Foods Food Ingrid J. (Japan)*. – 1993. – Vol. 158. – P. 55-70.

63 Muszyńska, B., Kała, K., Włodarczyk, A., Krakowska, A., Ostachowicz, B., Gdula-Argasińska, J., Suchocki, P. *Lentinula edodes* as a Source of Bioelements Released into Artificial Digestive Juices and Potential Anti-inflammatory Material // *Biol Trace Elem Res.* - 2020. - Vol. 194. - P. 603–613. <https://doi.org/10.1007/s12011-019-01782-8>

64 Ooi, V. E. C., Liu, F. A review of pharmacological activities of mushroom polysaccharides // *Intl. J. of Medicinal Mushrooms*. - 1999. – Vol.1. - No 3. – P. 195-206.

65 Pegler, D. N. The genus *Lentinula* (Tricholomataceae tribe Collybieae) / *Sydowia*. -1983. - P. 227–239.

66 Pendyurin, E. A., Smolenskaya, L. M., Sviatchenko, A. V. The use of a zoo-compost for cultivating larvae of the black lion fly (*Hermetia illucens*) when growing cucumbers // *Bulletin of Agrarian Science*. - 2021. - Vol. 1. - №88. - P. 56-62.

67 Philippoussis, A.N., Diamantopoulou, P.A., Zervakis, G. I. Correlation of the properties of several lignocellulosic substrates to the crop performance of the shiitake mushroom *Lentinula edodes* // *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. – 2003. – Vol. 19. - P. 551–557. <https://doi.org/10.1023/A:1025100731410>

68 Xiang, Q., Adil, B., Chen, Q., Gu, Y., Zeng, X., Li, X. Shiitake Mushroom (*Lentinula edodes* (Berk.) Sing.) Breeding in China // *Advances in Plant Breeding Strategies: Vegetable Crops*. Springer, Cham. - 2021. - P. 443-476. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66969-0_12

69 Yu, H., Zhang, D., Zhang, L. Corn cob as a Substrate for the Cultivation of *Lentinula edodes* // *Waste Biomass Valor.* – 2022. - Vol. 13. - P. 929–939. <https://doi.org/10.1007/s12649-021-01575-y>;

70 Zadrazil, F. Aktivmyzel - eine Ersparnis für die Pleurotus herstellung // *Cham-pignon*. – 1974. – Vol. 14. No.151. – P. 5-6.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Сведения о показателях результатов НИР

Статьи:

1. Песцов Г.В., Третьякова А.В., Мягкова А.С., Прокудина О.В., Воронцов В.С., Мухторов Л.Г., Каримов М.Б. Использование биогумуса червей *Dendrobaena veneta* для выращивания гриба *Pleurotus ostreatus* // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2025. – №1. – 16 с. (ВАК). В печати

ЧУМҲУРИИ ТОЧИКИСТОН
ДОНИШҶОҲИ
МИЛЛИИ ТОЧИКИСТОН



РЕСПУБЛИКА ТАДЖИКИСТАН
ТАДЖИКСКИЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

734025, ш. Душанбе, хибоби Рудаки, 17 734025, г. Душанбе, проспект Рудаки, 17
Телефон: (992-37)227-74-41 E-mail: vestnik-tnu@mail.ru Сайт: vestnik-tnu.com

от «12» 12 2024 г

исх № 645-8882

СПРАВКА

Дана *Песцову Георгию Вячеславовичу*, доктору сельскохозяйственных наук, профессору кафедры биологии и технологии живых систем, заведующему микробиологической лабораторией центра технологического превосходства «Передовые химические и биотехнологии» им. Гитиса С.С. *Третьяковой Анастасии Валерьевне*, младшему научному сотруднику микробиологической лаборатории центра технологического превосходства «Передовые химические и биотехнологии» им. Гитиса С.С., *Мягковой Анастасии Сергеевне*, младшему научному сотруднику микробиологической лаборатории центра технологического превосходства «Передовые химические и биотехнологии» им. Гитиса С.С., *Прокудиной Ольге Владимировне*, младшему научному сотруднику микробиологической лаборатории центра технологического превосходства «Передовые химические и биотехнологии» им. Гитиса С.С., *Воронцову Владиславу Сергеевичу*, заведующему мемориально-природным комплексом ФГБУК «Государственный мемориальный и природный заповедник Музей - усадьба Л.Н.Толстого «Ясная Поляна», *Мухторову Лоуку Гурговичу*, кандидату химических наук, научному сотруднику «Молодежной научно-исследовательской лаборатории кремнийорганических мономеров» Тульского государственного педагогического университета имени Л.Н. Толстого и *Каримову Махмадқулу Бобоевичу*, доктору химических наук, профессору Филиала Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» в городе Душанбе, и о том, что их статья под названием «Использование биогумуса червей *Dendrobaena veneta* для выращивания гриба *Pleurotus ostreatus*» находится в производстве редакции научного журнала «Вестник Таджикского национального университета» (ISSN-2413-452X) и будет опубликована в серии естественных наук №1 за 2025 год.

Научный журнал «Вестник Таджикского национального университета» (серия естественных наук) входит в Перечень рецензируемых научных журналов ВАК при Президенте Республики Таджикистан и Перечень рецензируемых научных журналов ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Заведующая редакцией журнала
«Вестник Таджикского
национального университета»



М.К. Ибодова

2. Третьякова А.В., Песцов Г.В., Мягкова А.С., Прокудина О.В. Получение мицелия съедобных грибов на средах различного состава с использованием биогумуса // Инновационные разработки молодых учёных – развитию агропромышленного комплекса : материалы XI Международной конференции молодых учёных ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» (5-6 декабря 2024 года). – Ставрополь : ФГБНУ «Северо Кавказский ФНАЦ» ; изд-во «Ставрополь-Сервис-Школа», 2024. – 142 с. (РИНЦ).

УДК 635.82

ПОЛУЧЕНИЕ МИЦЕЛИЯ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ НА СРЕДАХ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОГУМУСА

CULTIVATION OF MYCELIUM OF EDIBLE MUSHROOMS ON MEDIA OF VARIOUS COMPOSITION

А.В. Третьякова, младший научный сотрудник микробиологической лаборатории Центра технологического производства «Передовые химические и биотехнологии» им. С.С. Гитиса, glaytovanastasiya@gmail.com, ТПУ им. Л.Н. ТОЛСТОГО.
Г.В. Песцов, д. с.-х. наук, профессор, заведующий микробиологической лабораторией Центра технологического производства «Передовые химические и биотехнологии» им. С.С. Гитиса, georgyrestov@gmail.com, ТПУ им. Л.Н. ТОЛСТОГО.
А.С. Мягкова, младший научный сотрудник микробиологической лаборатории Центра технологического производства «Передовые химические и биотехнологии» им. С.С. Гитиса, myagkova.nastasiya@gmail.com, ТПУ им. Л.Н. ТОЛСТОГО.
О.В. Прокудина, младший научный сотрудник микробиологической лаборатории Центра технологического производства «Передовые химические и биотехнологии» им. С.С. Гитиса, prokudina.ov@yandex.ru, ТПУ им. Л.Н. ТОЛСТОГО.

A.V. Tretyakova, Junior researcher at the Microbiological laboratory of the Center for Technological Excellence "Advanced Chemical and Biotechnology" named after S.S. Gitis, glaytovanastasiya@gmail.com, TSPU named after L.N. TOLSTOY
G.V. Pestov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the microbiological laboratory of the Center for Technological Excellence "Advanced Chemical and Biotechnology" named after S.S. Gitis, georgyrestov@gmail.com, TSPU named after L.N. TOLSTOY
A.S. Myagkova, Junior Researcher at the Microbiological Laboratory of the Center for Technological Excellence "Advanced Chemical and Biotechnology" named after S.S. Gitis, myagkova.nastasiya@gmail.com, TSPU named after L.N. TOLSTOY
O.V. Prokudina, Junior Researcher at the Microbiological Laboratory of the Center for Technological Excellence "Advanced Chemical and Biotechnology" named after S.S. Gitis, prokudina.ov@yandex.ru, TSPU named after L.N. TOLSTOY

Аннотация. в статье рассматривается использование различных питательных сред для выращивания мицелия съедобных грибов видов *Pleurotus ostreatus* и *Lentinula edodes*. В опыте изучали рост мицелия на пяти питательных средах различного состава, содержащих раствор биогумуса. В результате исследования были определены наиболее подходящие среды для роста и развития мицелия данных видов грибов.

Ключевые слова: *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes*, вешенка обыкновенная, энoki, *Dendrobaena veneta*.

Abstract: The article discusses the use of various nutrient media for growing mycelium of edible fungi of the species *Pleurotus ostreatus* and *Lentinula edodes*. In the experiment, mycelium growth was studied on five nutrient media of various compositions containing a solution of vermicompost. As a result of the study, the most suitable environments for the growth and development of mycelium of these species of fungi were determined.

Keywords: *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes*, oyster mushroom, enoki, mycelium, *Dendrobaena veneta*.

В настоящее время актуальным является вопрос оптимизации состава и

УДК
ББК

УЧРЕДИТЕЛЬ – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
В. В. Кузнецов, доктор сельскохозяйственных наук, директор ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» (главный редактор);
А.И. Суворов, доктор сельскохозяйственных наук, директор ВНИИОК-филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» (ответственный редактор).

Члены редакционной коллегии:
Е. И. Годунова, доктор сельскохозяйственных наук.
В. К. Дригидер, доктор сельскохозяйственных наук, профессор.
А. М. М. Абибаев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор.
Ф. В. Ершов, доктор биологических наук.
Л. Н. Скорых, доктор биологических наук.

№ 66 Инновационные разработки молодых учёных – развитию агропромышленного комплекса : материалы XI Международной конференции молодых учёных ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» (5-6 декабря 2024 года). – Ставрополь : ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»; изд-во «Ставрополь-Сервис-Школа», 2024. – 142 с.

ISBN

Представлены материалы Международной конференции «Инновационные разработки молодых учёных – развитию агропромышленного комплекса», посвящённые актуальным вопросам сельскохозяйственной науки и производства. Материалы предназначены для широкого круга научных работников в области животноводства, ветеринарии, биотехнологии, растениеводства и экономики. Практических работников соответствующих отраслей, преподавателей, аспирантов, студентов ВУЗов.

ISBN

УДК
ББК

© ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», 2024
 © Коллектив авторов, 2024

2

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. АГРОНОМИЯ

Г. Юдашова, И. Мамажанов, С. Махрамужаев, З. Алиев
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРНО-КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ ФЕРГАНЫ..... 6

Ш.И. Мамаджанов
ВЫРАЩИВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ НА ФОНЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ..... 10

А.В. Третьякова, Г.В. Песцов, А.С. Мягкова, О.В. Прокудина
ПОЛУЧЕНИЕ МИЦЕЛИЯ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ НА СРЕДАХ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОГУМУСА..... 13

Н.А. Алиева
ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ С МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ..... 16

Д.Ю. Сулейманов, М.Б.Ш. Алиев, А.А. Черкасас, Ш.М. Муртазаев
ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОДЕЛЫВАНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ НОВЫХ СОРТОВ РИСА В УСЛОВИЯ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН..... 20

А.В. Сазоменко, А.С. Дождево
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СУДСАНКОЙ ТРАВЫ В 2023 — 2024 ГГ..... 26

Ш.А. Каримбаев, Э.Р. Мурталин, Р.И. Петров
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИИ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ..... 30

М.Э. Чернов
ПОСЛЕДСТВИЕ ОТ ВНЕСЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД НА ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМА ВЫШЕОЧЕНОГО ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ СТГАУ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ 33

Е.В. Бычкова, Т.С. Алисанов
ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА ЭТАПЕ РИЗОГЕНЕЗА ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗВИРУСНОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА МЕТОДОМ IN VITRO..... 36

Е.В. Бычкова, Т.С. Алисанов
АГРО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ..... 40

А.А. Гордана, Д.А. Александрова
ВЛИЯНИЕ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ФАЗУ КОЛОШЕНИЯ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ. 44

Е.А. Васильев, В.А. Козымыцева
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ВРЕДНОСТЬ ЗЛАКОВОЙ ЛИСТОВЕРТКИ НА СТАВРОПОЛЬЕ..... 48

3

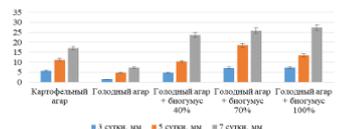


Рис. 1. Изучение роста мицелия гриба *L. edodes* на агризованных питательных средах различного состава
 В результате проведенного опыта было установлено, что наибольший диаметр колоний у гриба *P. ostreatus* был на питательной среде с добавлением 100% раствора биогумуса, рост мицелия был на 60% больше, чем в контроле на картофельном агаре.

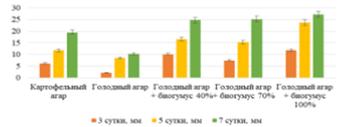


Рис. 2. Изучение роста мицелия гриба *L. edodes* на агризованных питательных средах различного состава
 В результате проведенного опыта по изучению влияния состава питательных сред на рост мицелия гриба *L. edodes* было установлено, что лучше всего мицелий рос на питательной среде с добавлением 100% раствора биогумуса, диаметр колоний был на 40% больше, чем в контроле на картофельном агаре.
 В результате проведенной научно-исследовательской работы было установлено, что биогумус червей вида *D. teuta* можно использовать для культивирования мицелия съедобных грибов в качестве добавки к питательным средам.
 Работа выполнена в рамках государственного задания Минпросвещения России: «Разработка элементов технологии получения мицелия съедобных грибов с использованием отходов сельского хозяйства».

Список использованной литературы

1. Высшие съедобные базидиомycеты в поверхностной и глубинной культуре / Бисьяко Н.А., Булаво А.С., Вассер С.П. и др. Под общ. ред. Дулки И.А. - Киев: Наук. думка, 1983. – 312 с.
2. Коппин П.А. Особенности биологии гриба шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) на территории лесного участка г.Искра «РЕЛИКТ ПРИМОРЬЯ» // Вестник КрасГАУ» - №6. 2016. - С. 27-31.
3. Промышленное культивирование съедобных грибов // Под общ. ред. И.А. Дулки. - Киев: Наук. думка, 1978. - 264 с.
4. Keskilloglu, A., & Eroglu, A. A. Research on the Biocology, Morphology and Seasonal Variation of *Dendrobaena veneta* (Rosa, 1886) // Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology. - 2022. - №10. - P. 2806-2810. DOI: 10.24925/turjaf.v10n1p1.2806-2810.5758.

15

3. Песцов Г.В., Мягкова А.С., Третьякова А.В., Прокудина О.В., Воронцов В.С.
Использование биогуруса для выращивания мицелия гриба *Agaricus bisporus* // Приднепровский научный вестник. 2024. – Т. 10. – № 2. – С. 116-119. ISSN: 1561-6940. (РИНЦ).

Приднепровский научный вестник № 10 . 2024

Издательство «Наука и образование» 09000, Республика Казахстан, г.Уральск, ул. Гарарина 54/1

Выпускающий редактор: Захарченко И.В.

Редакционная коллегия: д.э.н. Ткаченко В.А., д.э.н. Диденко В.И., д.э.н. Лобанов К.Н., д.э.н. Причина О.С., д.э.н. Ягупкин С.М., д.э.н. Елисеєва О.К., д.гос.уп. Бакуменко В.Д., д.гос.упр. Иванова Т.В., д.гос.уп. Приходько И.П., д.гос.упр. Шевченко Н.А., д.гос.уп. Бондарчук Н.В., д.э.н. Девьяченко Г.А., д.л.н. Лавров И.С., д.л.н. Ульянова Р.П., д.л.н. Головачев О.Н., д.л.н. Захаров Ю.Ф., д.л.н. Луценко Р.В., д.л.н. Ковальчук А.П., д.л.н. Долгов Г.А., д.л.н. Мироненко Н.О., д.м.н. Хвляя П.Ф., д.б.н. Тимофеева И.П., д.вет.н. Черный И.В., д.м.н. Болотова И.П., д.б.н. Федоров В.И., д.вет.н. Стулова И.Д., д.вет.н. Шабанова, д.б.н. Смирнов И.И.

Для студентов и практических работников.
За ученици, работници на проучаваниа.
Цена 500 тенге

ISSN 1561-6940

© Авторы, 2024
© Издательство «Наука и образование», 2024

Приднепровский научный вестник № 10 . 2024

СЪВРЕМЕННИТЕ МЕТОДИ НА ПРЕПОДАВАНЕ
Бузунова М.Ю. КОРРЕЛЯЦИЯ ДАННЫХ ВХОДНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН..... 81

ПОЛИТОЛОГИЯ
Политическая конфликтология
Резаев В.Ч., Резаева Э.Ч. ВЛАСТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ПОДСИСТЕМАМИ ОБЩЕСТВА..... 84

ЗАКОН
История на държавата и право
Шакиров Б.Л. ПРОКУРАТУРА В ПЕРВЫЕ ГОДЫ СОВЕТСКОЙ ВЛАСТИ: ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ..... 92

Наказательно право и криминология
Толмачева В.М. ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛНОМОЧИЙ ПРОКУРОРА НА ДОСУДЕБНЫХ СТАДИЯХ УГОЛОВНОГО ПРОЦЕССА 96

Толмачева В.М. ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УЧАСТИЯ ПРОКУРОРА В ГРАЖДАНСКОМ ПРОЦЕССЕ 101

Воробьев Н.Т. К ВОПРОСУ ОБ УКАЗАНИИ СУДА КАССАЦИОННОЙ ИНСТАНЦИИ 107

СЕЛСКО СТОПАНСТВО
Механизация на селското стопанство
Захарина И.А., Комаров В. В. О ВОПРОСЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ ЗЕРНА К ПОМОЛУ 110

Земледелие, почвата и агрохимия
Гарин М.С., Матушенко А.Е. ОБЗОР НА ОПРЫСКИВАТЕЛИ 113

Песцов Г.В., Мягкова А.С., Третьякова А.В., Прокудина О.В., Воронцов В.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГУРУСА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МИЦЕЛИЯ ГРИБА *AGARICUS BISPORUS* 116

Растениеводство, селекция и производство на семена
Бузунова М.Ю. ФИЗИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ СВЧ НА СЕМЕНА РАСТЕНИЙ 120

2

147

Таблица. Изучение скорости роста мицелия гриба *A. bisporus* на питательных средах с добавлением биогуруса

№	Питательные среды	на питательных средах с добавлением биогуруса			%, к контролю	Балл	РК
		3 сутки, мм	5 сутки, мм	7 сутки, мм			
1	КА	12,3±0,85	23,7±1,93	51,7±4,64	100	4	59
2	ГА	5,1±0,42	12,6±0,84	25,9±1,94	50	1	4
3	БГ 10%	10,2±0,91	24,3±1,98	67,9±5,45	131	3	58
4	БГ 40%	12,6±1,14	27,5±2,14	72,2±5,78	140	4	124
5	БГ 70%	14,2±1,23	29,2±2,45	73,1±5,98	141	4	125
6	БГ 100%	15,1±1,25	31,6±2,84	74,7±4,69	144	5	213

Песцов Г.В., Мягкова А.С., Третьякова А.В., Прокудина О.В., Воронцов В.С.
ФГБОУ ВО «ТПУ» им. Л.Н. Толстого», Россия
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГУРУСА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МИЦЕЛИЯ ГРИБА *AGARICUS BISPORUS*

Гриб *Agaricus bisporus* (шампиньон двуспоровый) является самым культивируемым видом съедобных грибов, он занимает 37,2% объема мирового производства. В настоящее время шампиньоны выращивают более чем в 80 странах мира. В составе плодовых тел шампиньонов содержится белок, витамины групп В, С, D, Е, РР, а также макро- и микроэлементы [4].

Вид *Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach относится к роду *Agaricus*, классу *Agaricomycetes*. В естественных условиях шампиньон произрастает чаще всего на открытых местах в заповедных целинных степях, в полесазитных лесополосах, на полянах лесов, на лугах, выгонах, в парках, садах, огородах, на кучах навоза, по обочинам дорог, на богатых гумусом почвах, в различных климатических зонах на всех континентах земного шара, кроме Антарктиды [2]. Шампиньон как сапрофит питается готовыми органическими и минеральными веществами, которые гифы мицелия гриба извлекают из питательного субстрата всей поверхностью [1].

Питательные среды для выращивания мицелия вида *A. bisporus* представляют собой смеси органических и неорганических веществ [3]. В качестве добавки к питательным средам для выращивания мицелия шампиньона нами предлагается использовать биогурус червей вида *Dendrobena veneta*.

Для выделения мицелия гриба *A. bisporus* использовали часть плодового тела, которое поверхностно стерилизовали и помещали в чашки Петри на агаризованную питательную среду. Чашки Петри инкубировали в термостате

Наиболее высокие показатели радиального роста мицелия гриба *A. bisporus* наблюдали на питательной среде на основе голодного агара с добавлением биогуруса в концентрации 100%, где показатель роста был на 44% выше, чем в контроле. Также высокие показатели были получены на питательных средах с добавлением биогуруса в концентрации 70% и 40%, результаты которых были выше, чем в контроле на 41% и 40% соответственно. При снижении концентрации биогуруса, диаметр колонии уменьшался, но также был выше, чем в контроле.

В результате проведенного исследования было установлено, что мицелий шампиньона успешно развивается на питательных средах с добавлением биогуруса, рост мицелия тем лучше, чем выше концентрация биогуруса. Из чего можно сделать вывод, что биогурус червей вида *Dendrobena veneta* является перспективной добавкой к питательным средам для выращивания мицелия гриба *Agaricus bisporus* (шампиньона двуспорового).

Работа выполнена в рамках государственного задания Минпросвещения России: «Разработка элементов технологии получения мицелия съедобных грибов с использованием отходов сельского хозяйства».

118

4. Песцов Г.В., Прокудина О.В., Мягкова А.С., Третьякова А.В., Воронцов В.С.
Разработка субстратов различного состава для выращивания мицелия гриба *Agaricus*

Perseputywno opracowania nauki i techniki - 2024 # Volume 1

Adres wydawcy i redakcji:
37-700 Przemysł ,
ul. Łukasiewskiego 7

Materiały XXI Międzynarodowej naukowej-praktycznej konferencji
«Perspektywiczne opracowania na naukę i techniki - 2024», Volume 1
Przemysł: Nauka i studia - 210 s.

Zespół redakcyjny:
dr hab. Jerzy Ciborowski (redaktor prowadzący),
mgr inż Dorota
Michalowska, mgr inż Elżbieta Zawadzki,
Andrzej Smolak, Mieczysław
Luty, mgr inż Andrzej Lesniak,
Katarzyna Szuszkiewicz.

Materiały XXI Międzynarodowej naukowej-praktycznej konferencji
«Perspektywiczne opracowania na naukę i techniki - 2024», 07- 15
listopada 2024 roku po selekcji:

e-mail: praha@rusnauka.com

Cena 54,90 zł (w tym VAT 23%)

ISSN 1561-6916
© Kolektyw autorów . 2024
© Nauka i studia, 2024

MATERIAŁY XXI MIĘDZYNARODOWEJ KONFERENCJI NAUKOWEJ I PRAKTYCZNEJ # 07 - 15 listopada 2024 roku

CONTENTS

BIOLOGICZNE NAUKI
Mikologia i algologia
Pescov G.V., Prokudina O.V., Мягкова А.С., Третьякова А.В., Воронцов
В.С. РАЗРАБОТКА СУБСТРАТОВ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ
МИЦЕЛИЯ ГРИБА AGARICUS BISPORUS 3

EKONOMICZNE NAUKI
Gospodarka przedsiębiorstwa
Ефремова Т.А., Сушко Н. А. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ КУЛЬТУРА И
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ 7

Inwestycyjna działalność i funduszowe rynki
Кудрякова В.А. РАЗРАБОТКА МЕР ПО ПОВЫШЕНИЮ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И ИННОВАЦИОННО
- ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПАО «РОССЕТИ КУБАНЬ» 13

FIZYCZNA KULTURA I SPORT
Fizyczna kultura i sport : problemy, badania, prognozy
Борисова В.В., Тимонькин Ю.А. РОЛЬ ИГРОВОГО МЕТОДА В РАЗВИТИИ
КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ЮНЫХ БОРЦОВ 27

Шестакова Т.А. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ФИТНЕС-
ПРОГРАММ В ГРУППАХ «ОЗДОРОВИТЕЛЬНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА» 30

Rozwój fizycznej kultury i sportu we współczesnych warunkach
Степанин А. В. ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА В ЖИЗНИ
ЧЕЛОВЕКА 33

Степанин А.В. ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ СТУДЕНТА КАК РЕЗУЛЬТАТ ЗАНЯТИЙ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ 36

FILOLOGICZNE NAUKI
Mowa, mowna komunikacja
Буравлева О.А. СТРАТЕГИИ РЕКЛАМНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ 39

Буравлева О.А. ПРИЕМЫ РЕЧЕВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В РЕКЛАМЕ 42

FIZYKA
Fizyka ciała stałego
Бузунова М.Ю. АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ЗЕРНОВЫХ 45

211

MATERIAŁY XXI MIĘDZYNARODOWEJ KONFERENCJI NAUKOWEJ I PRAKTYCZNEJ # 07 - 15 listopada 2024 roku

BIOLOGICZNE NAUKI
Mikologia i algologia

Песцов Г.В., Прокудина О.В., Мягкова А.С., Третьякова А.В., Воронцов
В.С.
ФГБОУ ВО «ТГТУ» им. Л.Н. Толстого, Россия
**РАЗРАБОТКА СУБСТРАТОВ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА
ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МИЦЕЛИЯ ГРИБА AGARICUS
BISPORUS**

Наибольшее распространение среди культивируемых грибов в России и
во всем мире получили шампиньоны. Интерес к выращиванию шампиньонов с
целью получения дополнительного высококачественного продукта питания
возник давно. Производство шампиньонов прошло долгий путь исторического
развития от примитивного выращивания в различных приспособленных
помещениях до современных интенсивных технологий в крупных
специализированных комплексах, таких, как ООО «Агрогриб» в Тульской
области.

Шампиньон двуспоровый - *Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach, относится к
группе почвенных сапрофитов [1, 3, 4]. Этот гриб стал настоящей
сельскохозяйственной культурой во многих странах мира. Культура
шампиньона насчитывает около 400 лет [2]. Шампиньоны содержат в своем
составе полноценные белки, комплекс витаминов и высокоактивных ферментов,
экстрактивных и минеральных веществ и представляют ценный диетический
продукт питания, оказывающий определенное лечебное действие. Шампиньоны
имеют ряд положительных хозяйственных качеств, благодаря которым культура
получила широкое распространение. Будучи сапрофитом, шампиньон успешно
растет на субстрате, который готовят из отходов сельскохозяйственного
производства (солома злаковых культур, навоз, птичий помет, отходы
производства сахара). Таким образом, культивирование шампиньона в
определенной степени способствует решению важной проблемы утилизации
отходов при высоком выходе полезного продукта, а отработанный субстрат

3

MATERIAŁY XXI MIĘDZYNARODOWEJ KONFERENCJI NAUKOWEJ I PRAKTYCZNEJ # 07 - 15 listopada 2024 roku

и инкубировали в термостате при температуре 25°C. Замеры проводили на 5-е,
10-е и 15-е сутки. Повторность опыта восьмикратная. Результаты представлены
в таблице.

Таблица. Изучение радиального роста мицелия гриба *Agaricus bisporus*
на субстратах различного состава

№	Субстрат	5 сутки	10 сутки	15 сутки	% к эталону
1.	К (+)	22,0±1,95	32,1±2,89	59,8±4,86	100
2.	БГ	14,2±1,23	32,1±2,89	57,7±5,16	96
3.	БГ+К (1:1)	27,2±2,20	43,2±3,54	71,6±5,81	119
4.	БГ+К (2:1)	23,8±2,16	52,4±4,68	62,4±5,30	104
5.	БГ+К (1:2)	32,1±3,05	54,4±4,63	75,2±6,29	125

В результате проведенной научно-исследовательской работы было
установлено, что наилучшим субстратом для роста и развития мицелия гриба
Agaricus bisporus, является субстрат на основе биогазуса червей вида *E. andrei* с
конским навозом в концентрации 1:2. Диаметр колонии на 15-е сутки
культивирования был на 25% больше, чем в эталонном варианте с
использованием ферментированного конского навоза. Хуже всего был результат
при использовании биогазуса червей вида *E. andrei* в чистом виде, диаметр
колонии был на 4% меньше, чем в эталоне. Снижение интенсивности роста
мицелия связано с тем, что, несмотря на высокую питательную ценность
биогазуса, его консистенция слишком плотная, из-за этого содержание
кислорода в субстрате получается недостаточным для нормального развития и
агрегации гиф в ризоморфы, поэтому необходимо добавлять наполнитель,
который обеспечивал бы достаточную рыхлость питательного субстрата и
наилучший рост мицелия гриба *A. bisporus*.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минпросвещения
России № 073-00033-24-01 от 09.02.2024: «Разработка элементов технологии
получения мицелия съедобных грибов с использованием отходов сельского
хозяйства».

5

5. Мягкова А.С., Песцов Г.В., Третьякова А.В., Прокудина О.В. Использование
различных органических добавок для выращивания мицелия гриба *Lentinula edodes* // Наука

УДК 001
ББК 72
Н34

Рекомендуется к публикации на основании решения Ученого совета
Елабужского института (филиала)
Казанского (Приволжского) федерального университета
(Протокол № 8 от 27 ноября 2024 г.)

Научный редактор: **Шатунова Ольга Васильевна**, кандидат педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой педагогики Елабужского института ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Ответственный редактор: **Халиуллина Лилия Ринатовна**, старший преподаватель кафедры педагогики Елабужского института ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Рецензенты: **Кандырова Ольга Викторовна**, кандидат педагогических наук, преподаватель ОГАОУ «Ульяновский авиационный колледж – Межрегиональный центр компетенций»
Ахтариева Разия Файзиевна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры педагогики Елабужского института ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Н34 Наука и молодежь шаг в будущее: материалы XVII Международной студенч. науч.-практ. конф. (Елабуга, 24 октября 2024 г.). – Елабуга, 2024. – 723 с.

В сборнике материалов конференции отражены результаты теоретических исследований и опытно-экспериментальной работы, полученные авторами в процессе поиска решения проблем в области педагогики, психологии, лингвистики, истории, права, экономики, экологии и др.
Материалы публикуются с оригиналов рукописей участников конференции, в их авторской редакции на основе рекомендаций их научных руководителей. Авторы статей несут личную ответственность за содержание статьи, ее оригинальность, правильность и точность приводимых данных.

УДК 001
ББК 72
© Елабужский институт КФУ, 2024

Мингазова А.Р. Проект «Гастрономическая порция Югры: «Рыба – вода, ягода – трава, мясо – еда...» в формировании туристской привлекательности региона.....397

Миронова В.А. Лингвокультурологические особенности перевода немецких рекламных текстов (на примере текстов о празднике Октоберфест).....403

Михеркин П.В. Разработка информационной системы цветочного магазина 407

Мухомова Г.Ф., Юнусова Э.Ф. Метод case-study и его роль в формировании критического мышления у учащихся411

Мурадова Д.Б. Игровые технологии в работе с обучающимися 5-7-х классов на уроках истории.....414

Мягкова А.С., Третьякова А.В., Прокудина О.В. Использование различных органических добавок для выращивания мицелия гриба *Lentinula edodes*.....416

Назаргалиев А. Познавательные-досуговые проекты как средство развития интеллектуального потенциала школьников во внеурочной деятельности419

Насыбуллина Э.М., Вильданова А.А. Лингвострановедческое описание лексической единицы «Fraternity» в американском варианте современного английского языка.....421

Некряч О.Е. Развитие цензурной политики в первые десятилетия советской власти423

Никитина Р.С. Развитие скоростно-силовых качеств у обучающихся среднего школьного возраста с нарушением интеллекта средствами игрового ГТО426

Николаева А.Д. Купечество в развитии торговли в средневековой феодальной Европе430

Новосёлова П.Н. Анализ судебного прецедента: российский и зарубежный опыт.....433

Носкова Д.А. Художественный образ детектива Эркюля Пуаро в романе Агаты Кристи «Смерть на Ниле»437

Оболонский В.Р. Развитие Особых Экономических Зон в России: Состояние и Перспективы в 2024 году440

Острик А.С. Речевые особенности личности в виртуальном пространстве443

Мягкова А.С., Третьякова А.В., Прокудина О.В.
ФГБОУ ВО «Тувльский государственный педагогический университет имени Л.Н. Толстого»
Научный руководитель: д-р. с.-х. наук, профессор Песцов Г.В.

Использование различных органических добавок для выращивания мицелия гриба *Lentinula edodes*

Гриб вида *Lentinula edodes* (шитаке, синтакс, «черный лесной гриб») является полезным продуктом с высокой питательной ценностью, он содержит сбалансированный состав белков, жиров и углеводов. Кроме того, гриб *L. edodes* содержит много биологически активных веществ (антиоксидантов, витаминов группы В, С, D) и макро- и микроэлементы. История искусственного выращивания этого съедобного гриба берет свое начало в странах Дальнего Востока. Шитаке один из самых древних культивируемых грибов. Его начали выращивать на древесине в Японии, а затем в Корее, Китае и на о. Тайвань около 2000 лет назад. Уже несколько десятилетий гриб *L. edodes* является важным сельскохозяйственным экспортным продуктом Японии, которая считается одним из основных его производителей [1, с. 53].

Вид *L. edodes* обитает главным образом в тропических и субтропических регионах Северной и Южной Америки, Азии и Австралии, сапрофит, питается сухостоем широколиственных деревьев. Плодовые тела этого гриба красновато-коричневого цвета, с выпуклой шляпкой, поддерживаемой тонкой, прочной, волокнистой ножкой. Шляпка 5-15 см в диаметре, имеет белый пластинчатый гименофор. В настоящее время гриб шитаке является одним из наиболее широко культивируемых грибов [2, с. 28].

Для выращивания мицелия гриба вида *L. edodes* предлагается использовать экстракты зооомуса насекомого вида *Hermetia illucens*, биогумус червей *Dendrobaena veneta* в качестве добавок к питательным средам.

В процессе своей жизнедеятельности насекомое вида *Hermetia illucens* образует зооомус, который состоит из остатков непереваренного кормового субстрата, экскрементов, специфической микрофлоры и остатков внешнего хитинового покрова насекомого. Основные питательные вещества зооомуса находятся в виде различных соединений гумусовых кислот, содержат в себе необходимые макро- и микроэлементы [4, с. 59]. Зооомус применяют как органическое удобрение.

Dendrobaena veneta (Rosa, 1886) – один из наиболее широко используемых в биотехнологии компостных червей, длина тела которого составляет 50-70 мм, с полосатой красной пигментацией на сегментах. Этот таксон в настоящее время широко распространен по всей Европе. *D. veneta* была и остается предметом различных научных исследований: биологических, иммунологических, почвенных, экологических. Эти исследования позволяют изучать разные аспекты жизнедеятельности червей вида *D. veneta*, включая различные аспекты биологии, морфологии и сезонной изменчивости. Червей вида *D. veneta* применяют для утилизации органических отходов и получения биогумуса, который содержит органическое вещество (30-50%), гумус (20-25%),

гуминовые кислоты (2-5%), фульвовые кислоты (0,5-2,6%), общий азот до 3%, фосфор – 1,5-2%, калий – 1,5-2,6%, кальций – 4,0-8,0%, магний – 0,5-2,5%, железо – 0,5-2,5%, а также большое количество микроэлементов [3, с. 2808].

Научно-исследовательская работа проводилась в микробиологической лаборатории центра технологического преносчества «Передовые химические и биотехнологии» им. Гитиса С.С. Объектом изучения является гриб *L. edodes*.

Для изучения роста и развития мицелия использовали следующие виды питательных сред: картофельный агар (КА) – контроль, голландый агар (ГА), голландый агар с добавлением зооомуса (ЗГ) в концентрации 40%, 70%, 100% (ГА+ЗГ40%, ГА+ЗГ70%, ГА+ЗГ100%), голландый агар с добавлением биогумуса (БГ) в концентрации 40%, 70%, 100% (ГА+БГ40%, ГА+БГ70%, ГА+БГ100%). Маточные растворы зооомуса и биогумуса готовили следующим образом, навеску массой 100 г помещали в 1000 мл дистиллированной воды и разбавляли до нужной концентрации. Чашки Петри, инокулированные мицелием гриба *L. edodes* и термостатировали при температуре 25°C. Замеры диаметра колонии проводили на 3, 5, 7 сутки (табл. 1.).

Таблица 1 – Динамика роста мицелия гриба *L. edodes* на питательных средах

№	Питательная среда	3 сутки, мм	5 сутки, мм	7 сутки, мм	% к контролю
1	ГА	0,84±0,06	11,34±0,67	35,16±2,16	100
2	КА	3,22±0,83	29,83±2,18	53,58±4,66	152
3	ГА+ЗГ 40%	1,58±0,18	10,67±0,67	31,67±2,06	90
4	ГА+ЗГ 70%	1,67±0,19	16,5±1,56	43,12±3,95	122
5	ГА+ЗГ 100%	1,56±0,17	13,2 ± 0,84	36,15± 2,60	103
6	ГА+БГ 40%	1,41±0,14	14,58±1,15	37,66±2,84	107
7	ГА+БГ 70%	1,42±0,16	13,34±0,76	48,16±4,03	136
8	ГА+БГ 100%	1,83±0,24	22,66±1,83	48,25±4,17	137

Наибольший диаметр колонии наблюдали на питательной среде на основе голландого агара с добавлением 70% раствора зооомуса, при уменьшении и увеличении концентрации диаметр колонии уменьшался, но был близок к контролю. При использовании биогумуса, наибольший диаметр колонии, наблюдали при добавлении 100% раствора биогумуса, при снижении концентрации, диаметр колонии уменьшался, но также был выше, чем в контроле.

В результате проведенного исследования было установлено, что при определенной доработке зооомус насекомого вида *H. illucens* и биогумус червей вида *D. veneta* возможно использовать для выращивания мицелия гриба *L. edodes*.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минпросвещения России: «Разработка элементов технологии получения мицелия съедобных грибов с использованием отходов сельского хозяйства».

Список литературы

1. Гарибова Л.В. Выращивание грибов. – Москва: Вече, 2005. – 95 с.



ФГБНУ «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФНАЦ»

СЕРТИФИКАТ

участника

**Третьякова Анастасия
Валерьевна**

младший научный сотрудник центра технологического превосходства
«Передовые химические и биотехнологии» им. С.С. Гитиса

XI Международная конференция
«Инновационные разработки молодых ученых – развитию
агропромышленного комплекса»

И.о. директора Центра
д.с.н. *Кулинцев*



Кулинцев

В.В. Кулинцев

5-6 декабря 2024 г.

СЕРТИФИКАТ
УЧАСТНИКА

Международной
научной конференции

ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА
НА XXI ВЕК

г. София

15 - 22 октября

2024



www.rusnauka.com

Секция:

Сельское хозяйство

Авторы:

Песцов Г.В., Мягкова А.С., Третьякова
А.В., Прокудина О.В., Воронцов В.С.

Доклад на тему:

Использование биогуруса
для выращивания
мицелия гриба *Agaricus
bisporus*

Петров





**Участника
международной научной
конференции**

PERSPEKTYWICZNE OPRACOWANIA
SĄ NAUKĄ I TECHNIKAMI

Przemysl , Poland

07- 15 ноября
2024

Секция:
Биологические науки
Авторы:
Песцов Г.В., Прокудина О.В., Мягкова
А.С., Третьякова А.В., Воронцов В.С.

Доклад на тему:
Разработка субстратов различного
состава для выращивания мицелия
гриба Agaricus bisporus

Председатель оргкомитета
dr hab. Jerzy Ciborowski

J. Ciborowski

NAUKA I SZKOLA Spółka z o.o.
ul. Krakowska 1, 37-700 Przemysł
NIP: 7822246257, tel. 1464752210

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCE
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
-ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ФИТОПАТОЛОГИИ-
ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF PHYTOPATHOLOGY

Сертификат (Certificate)

УЧАСТНИКА

Песцова Георгия Вячеславовича



III-я международная научно-практическая конференция
«РЯДОМ С Н. И. ВАВИЛОВЫМ - НАУЧНЫЕ ШКОЛЫ РОССИИ
ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ

WE INVITE YOU TO TAKE PART IN THE III INTERNATIONAL
SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE
"NEAR N.I. VAVILOV - SCIENTIFIC SCHOOLS OF RUSSIA
ON ENSURING FOOD AND ECOLOGICAL SECURITY"

Большие Вяземы - Москва,
17-20 июня 2024 г.
V. Vyazemy - Moscow
June 17-20, 2024



Председатель Оргкомитета конференции
доктор биол. наук, профессор
Е.К. Темирбекова
Исполнительный директор ФГБНУ «ВНИИ Фитопатологии»,
доктор биол. наук, профессор РАН
М.Г. Барышев



Казанский федеральный
УНИВЕРСИТЕТ
Елабужский ИНСТИТУТ



Published December 31, 2024 | Version 2.1 Preprint Open

Study of Mycelial Growth of the Fungus *Lentinula edodes* on Nutrient Media and Substrates of Different Composition

Pestov, Georgy (Contact person) ; Roman, Sidorov (Editor)

[Show affiliations](#)

Contributors

Data collectors: Myagkova, Anastassiya ; Prokudina, Olga ; Tretyakova, Anastassiya ; Vorontsov, Vladislav

[Show affiliations](#)

The article discusses the growth rate of the mycelium of the fungus *Lentinula edodes* on nutrient media and substrates with the addition of sawdust of various tree species.

Files

Files (42.4 kB)

Name	Size	Download all
Shitake v 2.1 Tables to the End - Release.docx md5:fac1e0269774893ca8a621b591a9c28	42.4 kB	Download

Additional details

Dates	Created
	2024-12-24

Versions

Version 2.1	Dec 31, 2024
10.5281/zenodo.14582740	

Cite all versions? You can cite all versions by using the DOI [10.5281/zenodo.14582739](https://doi.org/10.5281/zenodo.14582739). This DOI represents all versions, and will always resolve to the latest one. [Read more](#).

External resources

Indexed in

OpenAIRE

Keywords and subjects

mycelium, *Lentinula edodes*, organic waste, wood, utilisation, nutrient media, substrates

[Accept all cookies](#) [Accept only essential cookies](#)

Заявка на патент: Песцов Г.В., Третьякова А. В., Мягкова А. С., Прокудина О. В., Воронцов В. С. Коваленко Н. С., Кузьминкова Е. О. Способ получения посевного мицелия гриба *Pleurotus ostreatus* (вешенка обыкновенная) с использованием биогуруса червей вида *Eisenia foetida*. Заявка № 2024134849, от 21.11.2024 г.

Форма № 94 ИЗ,ПМ,ПО-2016

Федеральная служба по интеллектуальной собственности
Федеральное государственное бюджетное учреждение



«Федеральный институт промышленной собственности»
(ФИПС)

Бережковская наб., д. 30, корп. 1, Москва, Г-59, ГСП - 3, 125993

Телефон (8-499) 240-60-15 Факс (8-495) 531-63-18

УВЕДОМЛЕНИЕ О ПРИЕМЕ И РЕГИСТРАЦИИ ЗАЯВКИ

21.11.2024 <i>Дата поступления (дата регистрации)</i>	W24077424 <i>Входящий №</i>	2024134849 <i>Регистрационный №</i>
---	---------------------------------------	---

ДАТА ПОСТУПЛЕНИЯ <small>(дата регистрации) принятия документа заявки</small>		(21) РЕГИСТРАЦИОННЫЙ №	ВХОДЯЩИЙ №
		(15) ДАТА ПЕРЕВОДА <small>информация о дате перевода документа</small>	
<input type="checkbox"/> (16) <small>регистрационный номер изобретения заявки и номер регистрационной заявки, депонированного произведения (патент)</small>	АДРЕС ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ <small>адресной почты, факса или электронной почты</small> 100026, Россия, г. Тула, пр. Ленина, д. 125, Подразд. Классификации Адресов 300025, Россия, г. Тула, пр. Ленина, д. 125, Подразд. Классификации Адбизнес-ИИ		
<input type="checkbox"/> (17) <small>номер и дата регистрационной публикации заявки изобретения</small>	Телефон: 487250204 Факс: Адрес электронной почты: info@fips.ru		
<input type="checkbox"/> (18) <small>номер патентной заявки и номер ее заявки</small>	АДРЕС ДЛЯ СЕКРЕТНОЙ ПЕРЕПИСКИ <small>используется при подаче заявки на секретную регистрацию</small>		
<input type="checkbox"/> (19) <small>номер и дата публикации патентной заявки</small>			
ЗАЯВЛЕНИЕ <small>в порядке заявки на изобретение</small>		В Федеральную службу <small>по интеллектуальной собственности</small> Бережковская наб., д. 30, корп. 1, г. Москва, Г-59, ГСП-3, 125990, Российская Федерация	
(34) НАЗВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ <small>Способ получения посевного мицелия гриба <i>Pleurotus ostreatus</i> (вешенка обыкновенная) с использованием биогуруса червей вида <i>Eisenia foetida</i></small>			
(71) ЗАЯВИТЕЛЬ <small>организация, лицо, имеющее исключительное право на изобретение</small> <small>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого")</small> <small>(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого")</small> 100026, г. Тула, пр. Ленина, 125 (300026, г. Тула, пр. Ленина, 125)		ИДЕНТИФИКАТОРЫ ЗАЯВКИ ИИ ОИПН 1 02 71 00 97967 4 КПП 71 07 01 001 ИНН 71 07 03861 1 СНИЛС ДОКУМЕНТ (код, серия, номер) КОД СТРАНЫ (если не указывается) ИИ	
<input type="checkbox"/> изобретение создано за счет средств федерального бюджета <input type="checkbox"/> изобретение создано за счет средств бюджета субъекта РФ <input type="checkbox"/> государственное задание <input type="checkbox"/> муниципальным заказчиком <input type="checkbox"/> исполнителем работ по: <input type="checkbox"/> государственному заданию <input type="checkbox"/> муниципальному заказчику <input type="checkbox"/> договору <input type="checkbox"/> государственному заданию <input type="checkbox"/> муниципальному заказчику <input type="checkbox"/> заказчик работ (заказчик исполнитель)			

Общее количество документов в листах	14	Лицо, зарегистрировавшее документы
Из них: - количество листов комплекта изображений изделия (для промышленного образца)		Автоматизированная система
Количество платёжных документов		
<i>Сведения о состоянии делопроизводства по заявкам размещаются в Открытых реестрах на сайте ФИПС по адресу: www.fips.ru/registers-neh</i>		