

Выращивание агарикомицетов на стволах малого диаметра в условиях постагрогенных ландшафтов Псковской области

¹Сергей Геннадьевич Парамонов✉, e-mail: sergei.paramonov@pharminnotech.com, к.б.н., доцент, ORCID: 0000-0003-3016-9010

¹Михаил Владимирович Жариков, ORCID: 0000-0003-0720-501X

¹Владимир Вениаминович Перелыгин, д.м.н., профессор, ORCID: 0000-0002-0999-5644

²Иван Викторович Змитрович, д.б.н., в.н.с., ORCID: 0000-0002-3927-2527

¹Санкт-Петербургский химико-фармацевтический университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, e-mail: rectorat.main@pharminnotech.com, 197022, ул. Профессора Попова, д. 14, литера А, Санкт-Петербург, Россия

²Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, e-mail: IZmitrovich@binran.ru, 197022, ул. Профессора Попова, д. 2, литера В, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Заброшенные сельскохозяйственные земли (залежи), которые активно зарастают древесной растительностью, занимают значительную площадь в Северо-Западном федеральном округе. В первые десятилетия нарастания запаса эти леса не представляют интерес для лесозаготовительной промышленности. Вместе с тем, в них появляется мелкий древесный детрит, а маломерные живые деревья представляют возможность для получения сырья чаги. Соответственно, такие участки являются перспективной площадкой для промышленного грибоводства. В настоящей работе приводятся результаты эксперимента по выращиванию видов *Inonotus obliquus*, *Lentinula edodes* и *Kuehneromyces mutabilis* в природных условиях постагрогенных экосистем в Псковской области, показавшие, что заросший лиственным молодняком субстрат может быть использован для успешного выращивания данных грибов. На стволах и обрезках древесины диаметром до 12 см было произведено заражение живых деревьев *Inonotus obliquus*, обрезков стволов *Lentinula edodes* и *Kuehneromyces mutabilis*. Освоение субстрата и первые плодовые тела/стерильные наросты у *Inonotus obliquus* появились спустя 10 лет, у *Lentinula edodes* и *Kuehneromyces mutabilis* – на следующий год после заражения. Периоды массового плодоношения у *Lentinula edodes* составили 3 года, у *Kuehneromyces mutabilis* – 2 года. Эти результаты показывают потенциал для успешного выращивания данных видов грибов в постагрогенных экосистемах и могут быть полезными для развития промышленного производства грибов в данном регионе. Инокуляционные технологии выращивания грибов на открытом воздухе являются перспективными с точки зрения снижения капитальных затрат на создание плантаций и в рамках комплексного использования лесов, расположенных на сельскохозяйственных угодьях.

Ключевые слова: постагрогенные экосистемы, комплексное использование лесов, использование заброшенных сельскохозяйственных земель, выращивание грибов, *Inonotus obliquus*, *Lentinula edodes*, *Kuehneromyces mutabilis*

Цитирование. Парамонов С. Г., Жариков М. В., Перелыгин В. В., Змитрович И. В. Выращивание агарикомицетов на стволах малого диаметра в условиях постагрогенных ландшафтов Псковской области // Научно-агрономический журнал. 2024. 2(125). С. 22-28. DOI: 10.34736/FNC.2024.125.2.003.22-28

Поступила в редакцию: 29.04.2024

Принята к печати: 12.06.2024

Введение. В Северо-Западном федеральном округе обширные территории заброшенных сельскохозяйственных угодий, покрытые нарастающей древесной растительностью, занимают значительные площади. По данным сельскохозяйственной переписи 2016 года, 24 % сельскохозяйственных земель в регионе составляют земельные участки, ранее использовавшиеся под пашню и более одного года неиспользовавшиеся под посевы сельскохозяйственных культур и неподготовленные под пар (Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года: В 8 т./Федеральная служба гос. статистики. Т. 3: Земельные ресурсы и их использование. М.: ИИЦ «Статистика России», 2018. 307 с.). Таким образом, актуальным является

вопрос о возможности рационального использования указанных земель с учетом факта наличия на них древесной растительности.

Так как данные земли при достижениях параметров, указанных в Постановлении Правительства РФ от 21.09.2020 № 1509 «Об особенностях использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения» считаются лесными землями, и на них действуют нормы Лесного Кодекса РФ, однако использоваться они должны в соответствии с целевым (сельскохозяйственным) назначением данных земель (ст. 120 ЛК РФ). Таким образом, указанные объекты, с одной стороны, считаются лесами, но, с другой стороны, лесохозяйственное

пользование (например, посадки лесных культур, отдельные виды рубок) ограничено целевым назначением. Параметры Постановления Правительства РФ № 1509 позволяют считать лесом участок площадью более 0,5 га с деревьями высотой более 5 метров и лесным растительным покровом, составляющим более 75 процентов площади земельного участка, с показателями сомкнутости крон древесного и кустарникового яруса 0,8–1. Насаждения, достигшие указанных параметров, еще длительное время не смогут являться объектом получения деловой древесины (возраст спелости древесины для березы составляет 40–50 лет, для сосны – 60–80). Таким образом, до достижения возраста рубки данные древостои можно рассматривать как источник недревесной продукции леса (грибов, лекарственных растений и т.д.) или как территорию, на которой возможно ведение сельскохозяйственной деятельности под пологом леса. Одним из перспективных видов такой деятельности является культивирование грибов [11]. При этом большинство исследований по выращиванию *Inonotus obliquus*, *Kuehneromyces mutabilis* на обрезках древесины проводились на стволах диаметром около 20 см и более [21; 26], *Lentinula edodes* инокулировали на обрезки 10–20 см [16]. В нашем исследовании рассмотрим вопрос о возможности выращивания грибной продукции на стволах малого диаметра, как субстрата, преобладающего на постагрогенных экосистемах, начавших зарастать древесной растительностью в 90-х – 2000-х годах.

В рамках исследования рассматривается возможность использования заброшенных земель сельскохозяйственного назначения, заросших молодым лесом, для ведения сельскохозяйственной деятельности под пологом леса. Особое внимание уделяется использованию древостоя малого диаметра лиственных пород в качестве субстрата для выращивания дереворазрушающих грибов в постагрогенных экосистемах.

Цель данного исследования заключалась в определении возможностей такого подхода к сельскохозяйственному использованию заброшенных земель, позволяющего эффективно использовать выросший на них молодняк.

Задачи исследования включали проведение эксперимента по заражению живых стволов березы и обрезков древесины малого диаметра под открытым небом в естественных природных условиях в постагрогенных экосистемах начальной стадии сукцессии. Дополнительно планируется провести наблюдения за ходом заражения и продуктивностью до полного разрушения субстрата.

Материалы и методы. Исследование проводилось в условиях естественного выращивания под пологом леса в климате Северо-Западного федерального округа, в частности в Псковской области.

Объектом исследования были выбраны агарикомицеты: чага (*Inonotus obliquus*), шиитаке (*Lentinula edodes*) и опенок летний (*Kuehneromyces mutabilis*). В качестве субстрата для выращивания

использовали березу пушистую (*Betula pubescens*) как вид, активно заселяющий постагрогенные земли, с одной стороны, и активно заселяемый переносными грибами, с другой [19].

Inonotus obliquus Государственной Фармакопеей РФ рассматривается в качестве лекарственного растительного сырья (ФС.2.5.0103.18), обладает лекарственными свойствами [3; 4].

Lentinula edodes в России считается пищевым, выращивается на искусственных субстратах как в закрытом грунте [23], так и в естественной среде на порубочных остатках [6; 7; 16]. Встречается в природе на территории дальнего востока РФ [8; 1; 2], нуждается в охране. Может выращиваться в открытом грунте в условиях средней тайги [11]. Однако данный гриб в некоторых странах считается лечебным [24; 13]. И в России ряд исследований [5; 22], рассматривают его как источник биологически активных веществ, для человека и в ветеринарии И. Мотмиллере [12].

Kuehneromyces mutabilis в России рассматривается как пищевой, промышленно выращивается в некоторых странах [23], является объектом сбора в дикой природе. Рассматривается в качестве факультативного паразита в лесном хозяйстве, способного заразить ослабленные деревья. Рассматривается как перспективный для медицины, показавший активность в отношении раковых клеток [22; 25], имеющий высокую антифунгальную активность, а также способность к образованию ингибиторов биосинтеза стеролов [18], противовирусную активность в отношении вирусов гриппа типов А и В [17].

Материал для инокуляции *Inonotus obliquus* и *Kuehneromyces mutabilis* – местный из экосистем прилегающего к объекту исследования лесного фонда. Для инокуляции *Lentinula edodes* использовался приобретенный зерновой мицелий (штамм AL).

Субстрат для инокуляции *Inonotus obliquus* – растущие на территории объекта (кадастровый номер 60 : 16 : 061401 : 21, Плюсский район, Псковская область) живые березы (*Betula pubescens*) на момент инокуляции (2013 г.) имели диаметр на высоте груди 12 см. Результаты эксперимента описаны в статье, опубликованной ранее [14].

Субстрат для инокуляции *Lentinula edodes* и *Kuehneromyces mutabilis* – срубленные в результате разреживания древостоя в 2018 году березы и ольха (*Alnus incana*) диаметром на высоте груди 10–12 см. Рубка производилась в зимний период, заражение в июне того же года. Заражение *Inonotus obliquus* производилась методом надрубания топором и инокуляцией в расщеп части мицелия.

Заражение *Lentinula edodes* производилось путем пропиливания на 1/3 диаметра обрезка ствола березы и ольхи длиной 1 м и диаметром от 14 до 8 см и помещения в пропиленный зерновой мицелий с последующим увлажнением и оборачиванием зараженного участка хлопчатобумажной марлей. Обрезки стволов впоследствии устанавливали на опорах в наклонном положении.

Заражение *Kuehneromyces mutabilis* производилось путем укладывания зараженных остатков древесины на увлажненную почву с установкой на них вертикально обрезков стволов березы длиной 70 см и диаметром 8 до 14 см группами по 8–12 стволов.

Последующие операции: в 2018 и 2019 годах древесина, зараженная *Lentinula edodes* и *Kuehneromyces mutabilis*, дополнительно увлажнялась в летний период при отсутствии осадков более 14 дней.

Результаты исследования и их обсуждение.

По результатам обследования в 2023 году, заражение *Inonotus obliquus* наблюдалось у 70% модельных деревьев (рисунок 1). Данные деревья продолжают рост и впоследствии имеется возможность увеличения как размера дерева, так и размеров стерильных наростов.

Развитие зараженных *Lentinula edodes* деревьев.

На следующий год после заражения с июня по август проявлялись единичные плодовые тела. В 2020 году наблюдалось три массовых генерации плодовых тел на березовых обрезках. Генерации (массовое развитие плодовых тел) длились от 3 до 10 дней, в промежутках между генерациями плодовые тела появлялись единично или отсутствовали.

В 2021 году появились четыре генерации на березовых обрезках и две на ольховых (рисунок 2), при этом на разных породах генерации появлялись в разное время. В 2022 году наблюдалось две генерации плодовых тел на березовых обрезках и две на ольхе. В 2023 год – единичные плодовые тела на березовых обрезках и разложение составляющей бревна с рассыпанием на отдельные волокна (рисунок 3).



Рисунок 1. Видимые стерильные наросты чаги



Рисунок 2. Плодовые тела шиитаке на ольховых обрезках ствола

Таблица. Результаты эксперимента по заражению и оценке продуктивности *Inonotus obliquus*, *Lentinula edodes*, *Kuehneromyces mutabilis* на стволах малого диаметра

Объекты исследования	Длительность наблюдений, лет	Генераций плодовых тел или стерильных наростов за весь период наблюдений	Период массовой генерации до полного разложения питательного субстрата, лет	Средняя биомасса естественной влажности за одну генерацию с 1 м ³ субстрата/живого дерева, кг
<i>Inonotus obliquus</i>	10	1		0,9 (± 0,3) P = 0,95
<i>Lentinula edodes</i>	6	9 (5 на ольхе)	3	9,4 (± 2,2) P = 0,95
<i>Kuehneromyces mutabilis</i>	6	8	2	8,0 (± 2,6) P = 0,95

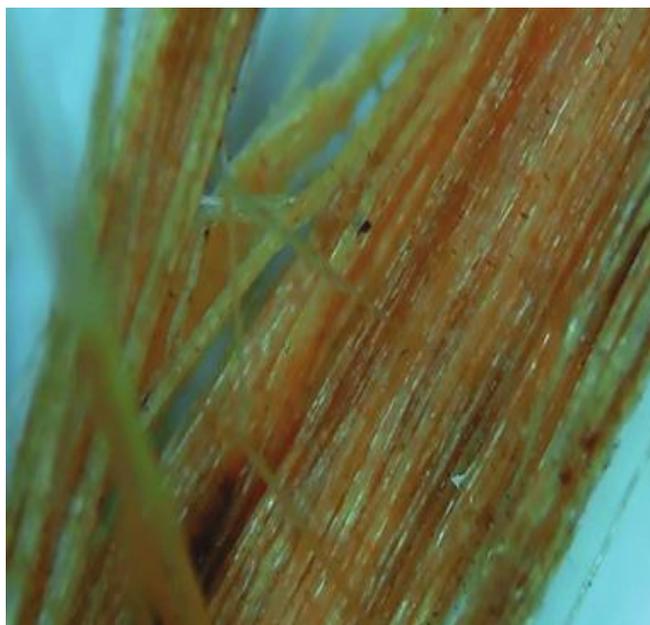


Рисунок 3. Волокна древесины после выращивания шиитаке



Рисунок 4. Плодоношение опенка летнего на третий год после инокуляции

Развитие зараженных Kuehneromyces mutabilis деревьев.

В год заражения (2018) проявления плодовых тел не наблюдалось. Первая генерация появилась в августе 2019 в нижней, прилегающей к земле части обрезков. В 2020 три генерации: в июне, в августе и сентябре. В 2021 и 2022 по две генерации в августе и сентябре. Характер генераций массовый (рисунок 4), в период между генерациями плодовые тела не появлялись. 2023 практически нет плодовых тел (единичные на отдельных обрезках), бревна рассыпаются на отдельные волокна.

Сравнение полученных результатов с литературными данными.

Исходя из обзора литературных данных, урожайность исследуемых грибов при выращивании в открытом грунте показывает следующее:

В аналогичном исследовании при заражении *Inonotus obliquus* деревьев большего диаметра [24] результаты в виде стерильных наростов на некоторых модельных деревьях проявились через 4–5 лет. Также показано, что биомасса нароста зависит от объема дерева, что указывает на предпочтительность заражения более старых деревьев.

В другом исследовании расчет естественного «урожая» чаги для Пермского края [16] показал 563–2690 г/га в сыром весе. Исходя из этого, опираясь на таблицы хода роста нормальных древостоев березы I–II класса бонитета (для 20 летних насаждений 77–96 м³/га) [21] и приняв за расчетный коэффициент заражаемости 0,7, можно рассчитать возможный «урожай» *Inonotus obliquus* для наших условий – 48500–60500 г/га при искусственном заражении древостоя.

В работе [15] описывается опыт выращивания шиитаке на порубочных остатках в Приморье при

искусственном орошении. Указывается, что плодовые тела *Lentinula edodes* появляются через 2 года, плодоношение длится 6 лет, и выход грибной продукции с 1 м³ древесины около 240 кг.

В нашем случае продуктивность была менее продолжительна (3 года) и значительно меньшей массы (84,6 кг с 1 м³ в расчете на весь период активного плодоношения), что может быть результатом различий в климате регионов, так как, по данным Комина П.А. с соавторами [9], рост шиитаке прекращается при температуре ниже 14 °С.

В работе [20] при заражении березовых обрубок и выращивании *Kuehneromyces mutabilis* под открытым небом первые плодовые тела появлялись через 8–12 месяцев, а возможная расчетная урожайность за генерацию составляла от 5 до 9,9 кг с 1 м³ древесины. Эти данные согласуются с данными нашего эксперимента (таблица).

Выводы. Заброшенные сельскохозяйственные земли, заросшие лиственным молодняком, можно использовать для выращивания отдельных видов дереворазрушающих грибов под открытым небом в условиях Псковской области. Малый диаметр древесины как субстрата для выращивания *Inonotus obliquus* является фактором, увеличивающим период от заражения до появления стерильных наростов. Технологии выращивания данных грибов под открытым небом на стволах малого диаметра можно рассматривать как перспективный элемент комплексного использования лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения.

Литература:

1. Ерофеева Е. А. К экологии и распространению трех видов агарикоидных грибов на Дальнем Востоке // Комаровские чтения. 2016. № 64. С. 232-235. EDN: WWULSV

2. Ерофеева Е. А., Бухарова Н. В., Кочунова Н. А., Булах Е. М. Новые сведения о редких охраняемых видах базидиомицетов Хабаровского края // Микология и фитопатология. 2021. Т. 55. № 2. С. 119-128. DOI: 10.31857/S0026364821020033
3. Змитрович И. В., Денисова Н. П., Баландайкин М. Э., Белова Н. В., Бондарцева М. А., Переведенцева Л. Г., Перельгин В. В., Яковлев Г. П. Чага и ее биоактивные комплексы: история и перспективы // Формулы Фармации. 2020. Т. 2(2). С. 84-93. doi: 10.17816/phf34803
4. Змитрович И. В., Власенко В. А., Перельгин В. В., Фигурин И. С. Профилактика и лечение рака с использованием сырья «лекарственных грибов»: критика, факты, перспективные проблемы // Формулы Фармации. 2020. Т. 2. № 4. С. 118-127. doi: 10.17816/phf55224
5. Ильинских Н. Н., Глухова Л. Б., Ильинских Е. Н., Карначук Р. А. Цитологические и цитогенетические изменения Т-лимфоцитов крови человека при воздействии противоопухолевого препарата адриамицина на фоне введения экстрактов из мицелия грибов шиитаке (*Lentinula edodes*) в условиях *in vitro* // Вестник Томского государственного университета. 2012. № 356. С. 171-175.
6. Комин П. А. Особенности биологии гриба шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) на территории лесного участка ПГСХА «Реликт Приморья» // Вестник КрасГАУ. 2016. № 6. С. 27-31.
7. Комин П. А. Искусственное выращивание гриба шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) на хвойных опилках // Вестник КрасГАУ. 2016. № 11(122). С. 15-19.
8. Комин П. А. Ареал гриба шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) в Приморском крае // Вестник КрасГАУ. 2017. № 4(127). С. 178-181.
9. Комин П. А., Комин А. Э., Ивус О. Н. Влияние типов леса на продуктивность гриба шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) в условиях Приморского края / Лесное хозяйство: Материалы 87-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января – 17 2023 года / Минск: Белорусский государственный технологический университет, 2023. С. 149-152. EDN: RPZCЮ
10. Лугинина Е. А., Егошина Т. Л. Ресурсы дикорастущих съедобных грибов в Северо-Западном федеральном округе // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 5. С. 132-137.
11. Лутовинава В. А. Культивирование съедобных грибов в условиях Ханты-Мансийска / Молодёжная наука Севера: Сборник материалов I Международной научно-практической конференции. В 3-х частях, Ханты-Мансийск, 12-13 декабря 2023 года. Ханты-Мансийск: Югорский государственный университет, 2023. С. 119-128. EDN: HУJGDR
12. Мотмиллере И., Зоренко Т., Матюшкова Н. Улучшение репродуктивных показателей, разводимых в неволе млекопитающих с помощью подкормки их экстрактом гриба шиитаке / Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. Международная научно-практическая конференция. Киров, 2007. С. 303-304.
13. Мустафаев И. М., Шеркулова Ж. П., Исломиддинов З. Ш., Иминова М. М., Эшонкулов Э. Й., Кузибоев Х. Н. Биологически активные соединения лекарственных базидиомицетов и перспективы их использования в Узбекистане // Universum: химия и биология. 2023. №12-1 (114). С. 37-44. DOI: 10.32743/UniChem.2023.114.12.16260
14. Парамонов С. Г., Перельгин В. В., Жариков М. В. Опыт культивирования чаги (*Inonotus obliquus*) на деревьях малого диаметра в постагрогенных экосистемах // Микология и фитопатология. 2024. Т. 58. № 1. С. 69-73.
15. Розломий Н. Г., Гуков Г. В. Опыт искусственного выращивания грибов шиитаке (*Lentinula edodes* Berk.) Pegler) в условиях юга Дальнего Востока как один из способов повышения рекреационной привлекательности лесов // Известия Самарского научного центра РАН. 2017. № 2-3. С. 536-539.
16. Романов А. В., Боталов В. С. «Урожайность» чаги (*Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pilát.) в лесных насаждениях Пермского края / Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии и инновации: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию основания университета, Пермь, 20 октября 2020 года. Пермь: ИПЦ Прокрость, 2020. С. 139-141. EDN: BDAATW
17. Теплякова Т. В., Косогова Т. А., Ананько Г. Г. [и др.]. Противовирусная активность базидиальных грибов. Обзор литературы // Проблемы медицинской микологии. 2014. Т. 16. № 2. С. 15-25.
18. Тренин А. С., Кац Н. Ю., Цвигун Е. А. [и др.]. Базидиальные грибы *Kuehneromyces mutabilis*, *Flammulina velutipes* и *Lentinus edodes* как возможные продуценты ингибиторов биосинтеза стеролов // Успехи медицинской микологии. 2014. Т. 12. С. 353-354. EDN: TFXMDR
19. Трухоновец В. В., Колодий Т. А., Колодий П. В. [и др.]. Особенности вегетативного роста и плодообразования лентинуса съедобного (*Lentinula edodes* (Berk.) Singer) в условиях искусственного культивирования / Материалы международной юбилейной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины. В 3-х частях, Гомель, 19-20 ноября 2020 года. Том Часть 2. Гомель: Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины, 2020. С. 250-253. EDN: FIPXTO
20. Федоров Н. И., Якимов Н. И., Смоляк Ю. Л., Рудович З. И. Способ выращивания опенка летнего. Авторское свидетельство № 1069656 А1 СССР, МПК А01С 1/04.: № 3463248: заявл. 05.07.1982; опубл. 30.01.1984; заявитель Белорусский Ордена Трудового Красного знамени технологический институт им. С.М. Кирова.
21. Эйтинген Г. Р. Лесоводство. Москва: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1959. 416 с. <https://www.booksite.ru/fulltext/rusles/eitles/text.pdf>
22. Юницкий А. Э., Костеневич А. А. Лекарственные и съедобные грибы в условиях замкнутой экосистемы: культивирование, свойства, применение / Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: Материалы IV международной научно-технической конференции, Марьяна Горка, 18 сентября 2021 года. Минск: ГП «СтройМедиаПроект», 2022. С. 269-280. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49921584_23246438.pdf
23. Issakainen J., Pihlaja K., Smolander J. Greenhouse culture experiments on *Kuehneromyces mutabilis*. *Karstenia*. 2017;57:17-32. DOI:10.29203/ka.2017.480
24. Miina J., Peltola R., Veteli P. et al. Inoculation success of *Inonotus obliquus* in living birch (*Betula* spp.). *Forest Ecol. Manag.* 2021;492:e119244. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119244>
25. Vanyolos A., Kovacs B., Bozsity N., Zupko I., Hohmann J. Antiproliferative activity of some higher mushrooms

from Hungary against human cancer cell lines // Int. J. Med. Mushrooms. 2015. V. 17(12). P. 1145-1149. doi: 10.1615/intjmedmushrooms.v17.i12.40

26. Xu X., Yan H., Zhang X. Structure and immunostimulating activities of a new heteropolysaccharide from

Lentinula edodes // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2012. V. 60(46). P. 11560-11566. DOI:10.1021/jf304364c

DOI: 10.34736/FNC.2024.125.2.003.22-28

Cultivation of Agaricomycetes on Small Diameter Logs in Post-Agrogenic Landscapes of Pskov Region

¹Sergey G. Paramonov✉, e-mail: sergei.paramonov@pharminnotech.com, Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor, ORCID: 0000-0003-3016-9010

¹Mikhail V. Zharikov, Senior Laboratory Assistant, ORCID: 0000-0002-0999-5644

¹Vladimir V. Perelygin, Dr. Sci. (Medic.), Professor, ORCID: 0000-0003-0720-501X

²Ivan V. Zmitrovich, Dr. Sci. (Biol.), Leading Researcher, ORCID: 0000-0002-3927-2527

¹Saint Petersburg Chemical Pharmaceutical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, e-mail: rectorat.main@pharminnotech.com, 197022, Professora Popova Street, 14, building A, St. Petersburg, Russia

²Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences (BIN RAS), e-mail: IZmitrovich@binran.ru 197022, Professora Popova str., 2, litera V, St. Petersburg, Russia

Abstract. Abandoned agricultural lands (fallow lands), which are actively overgrown with woody vegetation, occupy a significant area in the North-Western Federal District. In the first decades of the wood reserve growth, these forests are not of interest to the logging industry. At the same time, small woody detritus appears in them, and small-sized live trees provide an opportunity to obtain raw materials of chaga mushroom (*Inonotus obliquus*). Accordingly, such sites are a promising site for industrial mushroom farming. This paper presents the results of an experiment on the *Inonotus obliquus*, *Lentinula edodes* and *Kuehneromyces mutabilis* species cultivation in the natural conditions of postagrogenic ecosystems in the Pskov region. These experiments showed that the substrate overgrown with deciduous young growth can be used for the successful cultivation of these fungi. Live trees were infected by *Inonotus obliquus*, trunk clippings up to 12 cm in diameter by *Lentinula edodes* and *Kuehneromyces mutabilis*. Substrate occupation and the first fruit bodies of mushrooms/sterile outgrowths appeared in *Inonotus obliquus* 10 years later, in *Lentinula edodes* and *Kuehneromyces mutabilis* – the next year after infection. The periods of mass fruiting in *Lentinula edodes* were 3 years, in *Kuehneromyces mutabilis* – 2 years. These results show the potential for successful cultivation of these fungi species in postagrogenic ecosystems and may be useful for the development of industrial mushroom production in this region. Inoculation technologies for these mushrooms in open-air conditions may be considered promising in terms of minimizing capital costs for establishing plantations, as well as serving as a component of comprehensive forest use in agricultural lands.

Keywords: post-agrogenic ecosystems, comprehensive forest use, mushroom cultivation, *Inonotus obliquus*, *Lentinula edodes*, *Kuehneromyces mutabilis*

Citation: Paramonov S. G., Zharikov M. V., Perelygin V. V., Zmitrovich I. V. Cultivation of Agaricomycetes on Small Diameter Logs in Post-Agrogenic Landscapes of Pskov Region. *Scientific Agronomy Journal*. 2024;2(125):22-28.

DOI: 10.34736/FNC.2024.125.2.003.22-28

Received: 29.04.2024

Accepted: 12.06.2024

References:

1. Erofeeva E. A. On the ecology and distribution of three species of agaricoid fungi in the Far East. *Komarov Readings*. 2016;64:232-235. (In Russ.)
2. Erofeeva E. A., Bukharova N. V., Kochunova N. A., Bulakh E. M. New information about rare protected species of basidiomycetes in the Khabarovsk Region. *Mikologiya i Fitopatologiya = Mycology and Phytopathology*. 2021;55(2):119-128. (In Russ.) DOI: 10.31857/S0026364821020033
3. Zmitrovich I. V., Vlasenko V. A., Perelygin V. V., Figurin I. S. Prevention and treatment of cancer using so-called medicinal mushrooms raw materials: Criticism, facts, and perspectives. *Formuly Farmatsii = Pharmacy Formulas*. 2020;2(4):118-127. (in Russ.) doi.org/10.17816/phf55224
4. Zmitrovich I. V., Denisova N. P., Balandaykin M. E., Belova N. V., Bondartseva M. A., Perevedentseva L. G., Perelygin V., Yakovlev G. P. Chaga mushroom (*Inonotus obliquus*) and its bioactive complexes: history and perspectives. *Formuly Farmatsii = Pharmacy Formulas*. 2020;2(2):84-93. (in Russ.) DOI: 10.17816/phf34803
5. Ilyinskikh N. N., Glukhova L. B., Ilyinskikh E. N., Karnachuk R. A. Cytological and cytogenetic changes in human blood T-lymphocytes under the influence of the Adriamycin antitumor drug against the background of the administration of extracts from the mycelium of shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*) in vitro. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta = Tomsk State University Journal*. 2012;356:171-175. (In Russ.)
6. Komin P. A. Features of the shiitake mushroom (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) biology on the region of the «Relic of Primorye» forest area of the Primorsky State Agrarian-Technological University. *Vestnik KrasGAU = The Bulletin of KrasGAU*. 2016;6(117):27-31. (In Russ.)

7. Komin P. A. Artificial cultivation of shiitake mushroom (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) on pine sawdust. *Vestnik KrasGAU = The Bulletin of KrasGAU*. 2016;11(122):15-19. (In Russ.)
8. Komin P. A. Area of shiitake mushroom (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) in the Primorsky Region. *Vestnik KrasGAU = The Bulletin of KrasGAU*. 2017;4(127):178-181. (In Russ.)
9. Komin P. A., Komin A. E., Ivus O. N. The influence of forest types on the productivity of the shiitake mushroom (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) in the conditions of the Primorsky Region. Forestry: Materials 87th scientific and technical conference of teaching staff, researchers and graduate students (with international participation), Minsk, January 31–17, 2023. Responsible for the publication: I.V. Voitov. Minsk. Belarusian State Technological University Publ. house. 2023. pp. 149-152. (In Russ.). EDN: RPZCIO
10. Luginina E. A., Egoshina T. L. Resources of wild edible mushrooms in the North-Western Federal District. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossijskoj akademii nauk = Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2015;17(5):132-137. (In Russ.)
11. Lutovinova V. A. Cultivation of edible mushrooms in the conditions of Khanty-Mansiysk. Youth Science of the North: Compilation of materials of the I International Scientific and Practical Conference. In 3 parts, Khanty-Mansiysk, December 12–13, 2023. Khanty-Mansiysk. Yugra State University Publ. house. 2023. pp. 119-128. (In Russ.)
12. Motmillere I., Zorenko T., Matyushkova N. Improving the reproductive performance of captive-bred mammals by feeding them with shiitake mushroom (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) extract. Contemporary problems of nature management, hunting and animal husbandry. International scientific and Practical Conference. Kirov. 2007. pp. 303-304. (In Russ.)
13. Mustafaev I. M., Sherkulova Zh. P., Islomiddinov Z. Sh., Iminova M. M., Eshonkulov E. I., Kuziboev Kh. N. Biologically active compounds in medicinal basidiomycetes and prospects for their use in Uzbekistan. *Universum: khimiya i biologiya*. 2023;12-1(114):37-44. (In Russ.). DOI: 10.32743/UniChem.2023.114.12.16260
14. Paramonov S. G., Perelygin V. V., Zharikov M. V. Experimental infection of small-diameter trees with chaga mushroom (*Inonotus obliquus*) in a postagrogenous birch forest. *Mikologiya i Fitopatologiya = Mycology and Phytopathology*. 2024;58(1):69-73. (In Russ.)
15. Rozlomii N. G., Gukov G. V. The experience of artificial cultivation of shiitake mushrooms (*Lentinula edodes* Berk.) Pegler) in the south of the Far East conditions as one of the ways to increase the recreational attractiveness of forests. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN = Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2017;2-3:536-539. (In Russ.)
16. Romanov A. V., Botalov V. S. «Productivity» of chaga mushroom (*Inonotus obliquus* (Ach. Ex Pers.) Pilát.) in forest plantations of the Perm region. Agricultural technologies of the XXI century: development strategy, technologies and innovation: materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the founding of the university, Perm, October 20, 2020. Perm. Prokrost Information and Publishing Center. 2020. pp. 139-141. (In Russ.)
17. Teplyakova T. V., Kosogova T. A., Ananko G. G. [et al.] Antiviral activity of basidiomycetes. Literature review. *Problemy meditsinskoj mikologii = Problems of medical mycology*. 2014;16(2):15-25. (In Russ.)
18. Trenin A. S., Kats N. Yu., Tsvigun E. A. [et al.] Basidial fungi *Kuehneromyces mutabilis*, *Flammulina velutipes* and *Lentinus edodes* as possible producers of sterol biosynthesis inhibitors. *Uspekhi meditsinskoj mikologii*. 2014;12:353-354. (In Russ.) EDN: TFXMDR
19. Trukhonovets V. V., Kolodiy T. A., Kolodiy P. V. [et al.] Features of vegetative growth and fruit formation of edible lentinus (*Lentinula edodes* (Berk.) Singer) under artificial cultivation conditions. International Anniversary Scientific and Practical conference dedicated to the 90th anniversary of Francisk Skorina Gomel State University: Conference materials. In 3 parts, Gomel, November 19–20, 2020. Gomel. F. Skorina GSU Publ. house. 2020;2:250-253. (In Russ.)
20. Fedorov N.I., Yakimov N.I., Smolyak Yu.L., Rudovich Z.I. The method of sheathed woodtuft (*Kuehneromyces mutabilis*) growing. Copyright certificate No 1069656 A1 USSR, MPK A01C 1/04. № 3463248: declared. 05.07.1982: publ. 30.01.1984. Declarant: Belarusian State Technological University named after S.M. Kirov. (In Russ.)
21. Eitingen G. R. Forestry. State Publishing House of Agricultural Literature. Moscow. 1959. 416 p. (In Russ.) Access mode: <https://www.booksite.ru/fulltext/rusles/eitles/text.pdf>
22. Yunitsky A. E., Kostenevich A. A. Medicinal and edible mushrooms in a closed ecosystem conditions: cultivation, properties, application. Rocket-free industrialization of near space: problems, ideas, projects: Materials of the IV international scientific and technical conference, Maryina Gorka, September 18, 2021. Minsk. State Enterprise “SroyMediaProekt” Publ. house. 2022. pp. 269-282. Access mode: https://www.library.ru/download/elibrary_49921584_23246438.pdf (In Russ.)
23. Issakainen J., Pihlaja K., Smolander J. Greenhouse culture experiments on *Kuehneromyces mutabilis*. *Karstenia*. 2017;57:17-32. DOI:10.29203/ka.2017.480
24. Miina J., Peltola R., Veteli P. et al. Inoculation success of *Inonotus obliquus* in living birch (*Betula* spp.). *Forest Ecol. Manag.* 2021;492:e119244. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119244>
25. Vanyolos A, Kovacs B, Bozsity N, Zupko I, Hohmann J. Antiproliferative Activity of Some Higher Mushrooms from Hungary against Human Cancer Cell Lines. *Int Journal Med Mushrooms*. 2015;17(12):1145-9. DOI: 10.1615/intjmedmushrooms.v17.i12.40
26. Xu X., Yan H., Zhang X. Structure and Immuno-Stimulating Activities of a New Heteropolysaccharide from *Lentinula edodes*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012;60(46):11560–11566.

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.