

Сравнительная оценка способов термической обработки субстрата для культивирования вешенки

Comparative evaluation of methods of heat treatment of the substrate for oyster mushroom cultivation

Девочкина Н.Л., Нурметов Р.Дж., Дугуниева Л.Г., Рубцов А.А.

Devochkina N.L., Nurmetov R.Dzh., Dugunieva L.G., Rubtsov A.A.

Аннотация

Abstract

В статье приведены результаты исследований и сравнительная оценка различных способов термической обработки субстрата для культивирования вешенки. Способ термообработки субстрата – важнейший элемент технологии приготовления субстрата для культивирования вешенки. От выбранного способа обработки массы субстрата существенно зависит его качество и селективность для мицелия культивируемого гриба. Наряду с этим важен состав и свойства самого субстрата, которые определяются подобранными исходными материалами. Вешенка как объект производства достаточно привлекателен. Это подтверждается тем, что она остается одной из ведущих грибных культур в мировом производстве грибной белковой продукции, имеет целый ряд полезных лекарственных свойств, ценится дороже шампиньона, который в мировом производстве культивируемых грибов занимает первенство. Исторически сложилось так, что отравным моментом в развитии технологий и технического прогресса в области промышленного грибоводства было разведение шампиньонов. За более чем трехсотлетний период выращивания шампиньон был изучен достаточно подробно, включая его биологические особенности и требования к условиям микроклимата. Параллельно с этим продвигалась и техническая наука, которая стала применять специализированные культивационные сооружения и оборудование для создания условий выращивания, развивались технологии приготовления субстрата. Культура вешенки не была изучена столь подробно, поэтому для ее выращивания пользовались более простыми методами, которые не обеспечивали высокой экономической эффективности производства. Способы термической обработки субстрата отличаются по своей продолжительности, температурному режиму, выходу качественного, незараженного инфекционными началами субстрата, эффективности. Обработка в кормозапарниках имеет продолжительность 2-3 суток при прямой подаче насыщенного пара в массу субстрата с температурой 95-100 °С, его быстрым охлаждением и максимальным выходом субстрата 1,5-2,0 т, не пораженного инфекциями 70-75%; в тоннеле – 4-5 суток, при подаче пара в поток кондиционированного воздуха, пропущенного через микробиологические фильтры, при температуре 60-65 °С и медленным охлаждением массы не менее 20 т, максимальным выходом чистого от инфекций субстрата 90-95%; в автоклаве – в течение суток при температуре 120 °С насыщенным паром при избыточном давлении более 1,1 атм, объем обработки от 5 т субстрата, выход качественного субстрата 100%.

The article presents the results of research and a comparative assessment of various methods of heat treatment of the substrate for the cultivation of oyster mushrooms. The method of heat treatment of the substrate is the most important element of the technology of preparation of the substrate for the cultivation of oyster mushrooms. The selected method of processing the mass of the substrate significantly depends on its quality and selectivity for the mycelium of the cultivated fungus. Along with this, the composition and properties of the substrate itself are important, which are determined by the selected source materials. Oyster mushroom as an object of production is quite attractive. This is confirmed by the fact that it is one of the leading mushroom crops in the global production of mushroom protein products. It has a number of useful medicinal properties, is valued more than champignon, which is the world's leading producer of cultivated mushrooms. Historically, the starting point in the development of technologies and technical progress in the field of industrial mushroom farming was the cultivation of champignons. For more than three hundred years of cultivation, champignon has been studied in sufficient detail, including its biological features and requirements for microclimate conditions. In parallel with this, technical science was also promoted, which began to use specialized cultivation facilities and equipment to create growing conditions, and substrate preparation technologies were developed. Oyster mushroom culture was not studied in such detail, so for its cultivation, simpler methods were used, which did not provide high economic efficiency of production. Methods of heat treatment of the substrate differ in their duration, temperature regime, output of high-quality, not infected with infectious beginnings of the substrate, and efficiency. Processing the steaming-plant has a duration of 2-3 days in the direct flow of vapor to the mass of the substrate with a temperature of 95-100°C, rapid cooling and maximum output of the substrate is 1.5-2.0 t, is not affected by infections 70-75%; in the tunnel is 4-5 days in steam in the flow of conditioned air passed through microbiological filters, at a temperature of +60-65°C and slow cooling of a mass of not less than 20 t, the maximum yield of pure infections of the substrate 90-95%; in the autoclave during the day at a temperature of 120°C saturated steam at a pressure of 1.1 atm, the volume of processing 5 t, of a substrate, the substrate output quality 100%.

Key words: oyster mushroom, heat treatment, technological process, substrate preparation, fruit bodies, fruiting, sterilization, autoclave, growing.

For citing: Comparative evaluation of methods of heat treatment of substrate for oyster mushroom cultivation. N.L. Devochkina, R.Dzh. Nurmetov, L.G. Dugunieva, A.A. Rubtsov. Potato and vegetables. 2020. No11. Pp. 20-22. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.76.62.002> (In Russ.).

Ключевые слова: вешенка, термическая обработка, технологический процесс, субстрат, плодовые тела, плодоношение, стерилизация, автоклав, выращивание.

Для цитирования: Сравнительная оценка способов термической обработки субстрата для культивирования вешенки / Н.Л. Девочкина, Р.Дж. Нурметов, Л.Г. Дугуниева, А.А. Рубцов // Картофель и овощи. 2020. №11. С. 20-22. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.76.62.002>

Цель термической обработки субстрата – уничтожить вредителей и источники заболеваний культивируемых грибов; конкурентных микроорганизмов [1, 2]. Важна и фитосанитарная обстановка производственных помещений, технологических коридоров, по которым после термической обработки происходит перемещение субстрата. Пример стабильного круглогодичного интенсивного производства плодовых тел вешенки – предприятие ООО «Апрель» [3]. По данным ООО «Апрель» (2018 год), экономическая эффективность внедренной технологии достаточно высока, себестоимость продукции составляет около 90–100 р/кг при средней цене реализации 180 р/кг и уровне рентабельности в пределах 45%.

Интенсивный способ выращивания вешенки обыкновенной существенно отличается от экстенсивного используемыми видами субстратов и способом его приготовления. Число оборотов культуры в год при полном технологическом цикле производства возрастает от 4–5 до 8–10 [4]. Сегодня активно развиваются несколько направлений интенсивного выращивания вешенки, в том числе стерильная технология приготовления субстрата. Считается, что стерильная технология достаточно дорогостоящая, но зато она позволяет получить урожай до 40–50% от массы субстрата [5]. Стерильная технология во всем мире – основная.

В качестве субстрата для ее культивирования используются широкий спектр целлюлозосодержащих материалов. Наиболее распространенным видом исходного сырья является солома злаковых культур (озимой пшеницы, ржи, ячменя).

В зависимости от региональных особенностей в технологии приготовления субстрата для культивирования вешенки могут использоваться и другие материалы, например: измельченные стебли и початки кукурузы, шелуха семян подсолнечника, костра льна и т.д. Во многих странах мира для выращивания вешенки используют кокосовое сырье. Ведется активное изучение особенностей

различных видов сырья и биологически активных добавок для оптимизации параметров субстратов, способствующих получению высоких и экономически оправданных урожаев плодовых тел вешенки (от 35 до 40% от массы субстрата) [6].

Цель исследований – сравнительная технологическая оценка способов термической обработки субстрата для выращивания вешенки, которая выявила наибольшую эффективность способов для различных условий производства субстрата для культивирования вешенки.

Условия, материалы и методы исследований

Для определения эффективности применяемых в производстве способов термической обработки субстрата использована методика сравнительного технологического анализа по основным параметрам технологии термической обработки: создаваемому температурному режиму, продолжительности фаз обработки, выходу качественного субстрата, не пораженного инфекционными началами [7]. Экспериментальная работа проведена на базе производственного грибоводческого комплекса ООО «Апрель» (Тульская область), на технологическом оборудовании поставки КНР и на отечественном оборудовании в 2018–2020 годах. Субстрат приготовлен на основе лузги семян подсолнечника и соломы озимой пшеницы с добавлением шрота сои и проростков семян пшеницы. Для оценки продуктивности субстрата, обработанного различными способами термической обработки, использован штамм НК-35.

Результаты исследований

В наших исследованиях изучены три наиболее распространенных в производстве способа термической обработки.

1. Термообработка субстрата (на основе соломы и лузги семян подсолнечника или костры льна) паром в приспособленном кормозапарнике (смесителе) с объемом загрузки массы 6 м³, без подачи свежего воздуха в массу субстрата при стандартном режиме 95–100 °С в те-

чение 4–6 часов. Субстрат периодически перемешивается. А затем охлаждается в течение 16 часов до 25 °С. Операция загрузки в смеситель и расфасовка субстрата производятся вручную в емкости из прозрачного полиэтилена массой 8–10 кг.

2. Термообработка субстрата (на основе соломы и лузги семян подсолнечника или костры льна) происходит в тоннеле с объемом загрузки до 15–18 т массы субстрата, высотой до 2–2,5 м. Массу субстрата укладывают на вентилируемый пол равномерным слоем без утрамбовки с помощью транспортера-укладчика. Пар подается непосредственно в поток воздуха и путем активного вентилирования с постоянной циркуляцией в тоннеле поддерживается температурный режим 60–65 °С в течение 16 ч с последующим медленным охлаждением 1–2 сут. до температуры 50–52 °С и резким охлаждением в течение суток до температуры 25 °С. Выгрузка субстрата осуществляется специализированной машиной с последующей расфасовкой субстрата в емкости из прозрачного полиэтилена массой 8–10 кг.

3. Термообработка субстрата (на основе соломы и лузги семян подсолнечника) с предварительной механизированной расфасовкой влажной массы исходного субстрата в емкости массой 1,2–1,4 кг, расстановкой в ящики на стеллажи в проходной автоклав. Стерилизация при температуре 120 °С и избыточном давлении 1,1–1,2 атм с последующим охлаждением до температуры 25 °С в помещении стерильной технологической зоны.

Показатели качества субстрата и эффективность способа термической обработки представлены в таблице.

Результаты исследований показывают различную технологическую эффективность применяемых способов термической обработки субстрата для культивирования вешенки. Способы существенно отличаются по техническим характеристикам применяемого оборудования для проведения

Показатели качества субстрата в зависимости от способа его термической обработки (2018–2020 годы)

Способ термообработки	Зараженность блоков субстрата на 7 сутки после посева мицелия	Выход качественных блоков на 7 сутки после посева мицелия, %	Влажность субстрата перед посевом мицелия, %	Урожайность, % от массы субстрата (средняя, за 3 оборота культуры)
В кормозапарнике	средняя	70–75	68–70	19,2
В тоннеле	низкая	90–95	70–72	26,4
В автоклаве	низкая	98–100	70–72	31,6
НСР ₀₅	–	–	–	0,38

технологического процесса термической обработки. Основным отличием является возможность равномерной обработки массы субстрата паром при высокой температуре и различные объемы обрабатываемой термической массы субстрата. Так, первый способ имеет возможность обработать не более 2 т субстрата за одну технологическую операцию. Второй способ позволяет термически обрабатывать большие массы субстрата, высокоэффективен для крупных производителей субстратных блоков. Третий способ пригоден для малых и средних предприятий, резко отличается по технологическим показателям от первых двух способов термообработки, требует соблюдения стерильности и создания на предприятии стерильной зоны производства. Его производительность зависит от объема загрузки автоклава за одну технологическую операцию. В условиях ООО «Апрель» работает один автоклав с объемом загрузки до 5,5 т субстрата.

Отметим, что по показателю зараженности субстратных блоков на 7 сутки после посева мицелия рез-

ко отличается способ обработки субстрата в кормозапарнике. Отход составляет 25–30%. Два других способа имеют эффективный выход качественных субстратных блоков от 95 до 100% и характеризуются высокой производительной урожайностью от 26 до 31% от массы субстрата. Технологии выращивания плодовых тел вешенки в емкостях с различной массой субстрата существенно отличаются: по объемно-планировочным решениям, составу технологических зон и культивационных помещений, типу используемых стеллажей, массе субстрата в емкостях, количеству волн плодоношения и сбора урожая плодовых тел вешенки. Все эти технологии объединяет принцип организации, так называемой, многозональной системы. Она подразумевает разделение технологического цикла производства на три основных составляющих: приготовление субстрата и его термической обработки, вегетативного проращивания мицелия гриба в массе субстрата и выращивания плодовых тел. Все операции проводят в разных техно-

логических зонах и культивационных помещениях. Как правило, при выращивании в емкостях от 6 до 10 кг, урожай собирают дважды за период выращивания в емкостях массой 1,2–1,4 кг производится однократный сбор плодовых тел вешенки.

Выводы

Сравнительная оценка способов термической обработки показала высокую технологическую эффективность двух промышленных способов обработки: в тоннеле в режиме пастеризации с последующей ферментацией массы субстрата и способом стерилизации в специальной установке – автоклаве.

По фитосанитарной оценке изучаемых способов термообработки выход качественных блоков субстрата составляет от 90–95% до 98–100%, соответственно.

Урожайность плодовых тел вешенки на субстрате, обработанном перспективными способами термообработки составляет от 26 до 31% от массы субстрата.

Библиографический список

1. Девочкина Н.Л., Селиванов В.Г. Инновационные технологии и технические средства для производства грибов в защищенном грунте. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 135 с.
2. Рубцов А.А. Подготовка субстратов для вешенки // Картофель и овощи. 2006. №7. С. 27.
3. Инновационная технология приготовления субстрата в стерильных условиях для культивирования вешенки / Н.Л. Девочкина, Р.Дж. Нурметов, Л.Н. Прянишникова, С.В. Мукиенко // Картофель и овощи. 2019. №2. С. 17–19. DOI:10.25630/PAV.2019.25.2.002
4. Девочкина Н.Л., Нурметов Р.Дж. Выращивание шампиньона и вешенки. Руководство. М.: Россельхозакадемия, 2010. 67 с.
5. Тищенко А.Д. Субстраты для культивирования вешенки. Часть 2. М.: Школа грибоводства, 1999. 57 с.
6. Выращивание вешенки на отработанном кокосовом материале / Н.Л. Девочкина, К.Л. Алексеева, Р.Дж. Нурметов, Л.Н. Прянишникова // Картофель и овощи. 2016. №10. С. 18–19.
7. Девочкина Н.Л., Рубцов А.А., Рубцова И.А. Технология производства субстратов для производства вешенки на основе использования новых композиций. Заключительный отчет. М.: ВНИИО, 2005. №ГР 01.2.00109413. 26 с.

References

1. Devochkina N.L., Selivanov V.G. Innovative technologies and technical means for mushroom production in protected ground. Moscow. Rosinformagrotech. 2014. 135 p. (In Russ.).
2. Rubtsov A.A. Preparation of substrates for oyster mushrooms. Potato and vegetables. 2006. No7. P. 27.
3. Innovative technology of substrate preparation in sterile conditions for oyster mushroom cultivation. N.L. Devochkina, R.Dzh. Nurmetov, L.N. Pryanishnikova, S.V. Mukienko. Potato and vegetables. 2019. No2. Pp. 17–19. DOI:10.25630/PAV.2019.25.2.002 (In Russ.).
4. Devochkina N.L., Nurmetov R.Dzh. Cultivation of champignons and oyster mushrooms. Guide. Moscow. Russian Agricultural Academy. 2010. 67 p. (In Russ.).
5. Tishchenkov A.D. Substrates for oyster mushroom cultivation. Part 2. Moscow. School of mushroom growing. 1999. 57 p. (In Russ.).
6. Growing oyster mushrooms on spent coconut material. N.L. Devochkina, K.L. Alekseeva, R.Dzh. Nurmetov, L.N. Pryanishnikova. Potato and vegetables. 2016. No10. Pp. 18–19 (In Russ.).
7. Devochkina N. L., Rubtsov A. A., Rubtsova I. A. Technology of production of substrates for the production of oyster mushrooms based on the use of new compositions. Final report. Moscow. ARRIVG. 2005. No01.2.00109413. 26 p (In Russ.).

Об авторах

Девочкина Наталья Леонидовна, доктор с.-х. наук, г.н.с. отдела защищенного грунта и грибоводства, ВНИИО-филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: green-hothouse@mail.ru

Нурметов Рафик Джамович, доктор с.-х. наук, профессор, г.н.с. отдела защищенного грунта и грибоводства, ВНИИО-филиал ФГБНУ ФНЦО

Дугуниева Лариса Гамидовна, м.н.с. отдела защищенного грунта и грибоводства, ВНИИО-филиал ФГБНУ ФНЦО

Рубцов Александр Александрович, канд. с.-х. наук, руководитель Бирючукской ОСОС – филиал ФГБНУ ФНЦО

Author details

Devochkina N.L., D. Sci. (Agr.), chief research fellow, department of greenhouse industry and mushroom cultivation, ARRIVG – branch of FSBSI FSVC. E-mail: green-hothouse@mail.ru

Nurmetov R.Dzh., D. Sci. (Agr.), professor, chief research fellow, department of greenhouse industry and mushroom cultivation, ARRIVG – branch of FSBSI FSVC

Dugunieva L.G., junior research fellow, department of greenhouse industry and mushroom cultivation, ARRIVG – branch of FSBSI FSVC

Rubtsov A.A., Cand. Sci. (Agr.), head of Biruchekutskaya Vegetable Experimental Station – branch of FSBSI FSVC