

# Шиитаке. Введение в промышленную культуру дереворазрушающего экзотического гриба долголетия

Shiitake. Introduction to the industrial culture of the wood-destroying exotic longevity mushroom

Девочкина Н.Л., Мукиенко С.В., Дугуниева Л.Г.

Devochkina N.L., Mukienko S.V., Dugunieva L.G.

## Аннотация

## Abstract

Представлена информация по изучению технологических особенностей культивирования нового для российского продовольственного грибного рынка вида дереворазрушающего гриба – шиитаке (*Lentinus edodes* (Berk.) Sin). Шиитаке – один из наиболее перспективных для промышленного культивирования видов съедобных грибов, обладающих лечебными свойствами, занимает второе место в мировом производстве съедобных грибов. Работа по поиску материалов, используемых в качестве добавок к основному исходному материалу субстрата и способствующих созданию благоприятного водно-воздушного и кислотного режима, повышению питательности приготовленного субстрата, ускорению процесса вегетативного роста мицелия в субстрате, актуальна для грибоводческой практики. Цель исследований – разработать технологический процесс полного цикла культивирования шиитаке и установить его оптимальные параметры в производственных условиях ООО «Апрель». Исследования, испытания и разработку технологии полного цикла выращивания шиитаке проводили в лаборатории грибоводства ВНИИО – филиале ФГБНУ ФНЦО и на базе действующего предприятия по выращиванию дереворазрушающих грибов ООО «Апрель» с 2019 по 2020 год. Технология приготовления субстрата и выращивание плодовых тел шиитаке аналогична технологии производства вешенки. Изучено влияние состава субстрата на урожайность шиитаке в вариантах: 1. Опилки дуба (80%) + опилки березы (10%) + минеральные добавки (10%); 2. Опилки дуба (80%) + опилки березы (5%) + лузга семян подсолнечника, отруби пшеничные (5%) + минеральные добавки (10%). Использован штамм шиитаке 0912. В результате апробации разработанного технологического процесса полного цикла культивирования шиитаке в производственных условиях было установлено, что оптимальная продолжительность периода выращивания шиитаке и получение урожая в камере выращивания составляет в среднем 53–68 суток. Важнейшая составляющая технологического процесса культивирования шиитаке – приготовление субстрата, подбор исходных материалов и биологически активных добавок, обеспечивающих его высокую питательность (содержание общего азота – 0,8–1,2% и более) и возможность получения урожая более 30–35% от массы субстрата с высокой экономической эффективностью от 290% (рентабельность производства).

The article presents information on the study of technological features of cultivation of a new type of wood-destroying mushroom – shiitake (*Lentinus edodes* (Berk.) Sin), which is new for the Russian food mushroom market. Shiitake – one of the most promising types of edible mushrooms for industrial cultivation, which have medicinal properties, occupies the second place in the world production of edible mushrooms. The work on the search for materials used as additives to the main source material of the substrate and contributing to the creation of a favorable water-air and acid regime, increasing the nutritional value of the prepared substrate, accelerating the process of vegetative growth of mycelium in the substrate is relevant for mushroom growing practice. The purpose of the research – to develop the technological process of the full cycle of shiitake cultivation and to establish its optimal parameters in the production conditions of LLC April. Research, testing and development of the technology of the full cycle of shiitake cultivation were carried out in the laboratory of mushroom growing of ARRIVG – branch of Federal Scientific Centre of Vegetable Growing and on the basis of the existing enterprise for growing wood-destroying mushrooms LLC April from 2019 to 2020. The technology of preparing the substrate and growing shiitake fruit bodies is similar to the technology of producing oyster mushrooms. The influence of the substrate composition on the shiitake yield in the variants was studied: 1. Oak sawdust (80%) + birch sawdust (10%) + mineral additives (10%); 2. Oak sawdust (80%) + birch sawdust (5%) + sunflower seed husk, wheat bran (5%) + mineral additives (10%). The shiitake 0912 strain was used. As a result of testing the developed technological process of the full cycle of shiitake cultivation in production conditions, it was found that the optimal duration of the shiitake growing period and the harvest in the growing chambers is on average 53–68 days. The most important component of the technological process of shiitake cultivation is the preparation of the substrate, the selection of raw materials and biologically active additives that ensure its high nutritional value (total nitrogen content of 0.8–1.2% or more) and the possibility of obtaining a crop of more than 30–35% of the substrate weight with high economic efficiency of 290% (profitability of production).

**Ключевые слова:** шиитаке, субстрат, стерильная технология, метод термической обработки, автоклавирование, дубовые опилки, питательные добавки, плодовые тела, урожайность, культивационные сооружения, многозональная технология выращивания.

**Key words:** shiitake, substrate, sterile technology, heat treatment method, autoclaving, oak sawdust, nutritional additives, fruit bodies, yield, cultivation facilities, multi-zone cultivation technology.

**Для цитирования:** 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>

**For citing:** Devochkina N.L., Mukienko S.V., Dugunieva L.G. Shiitake. Introduction to the industrial culture of wood-destroying exotic longevity mushroom. Potato and vegetables. 2021. No5. Pp. 17–20. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.42.11.002> (In Russ.).

Широко известен экстенсивный способ выращивания шиитаке в естественных природных условиях на отрубках различных пород древесины. Этим способом культивируют более 2/3 объемов мирового производства шиитаке. Однако экстенсивный

способ выращивания не позволяет получать стабильных урожаев и полностью зависит от внешних климатических факторов. Все большее распространение получает интенсивный промышленный способ выращивания шиитаке, так как он экономически эффективен и использует кругло-

годушно культивационные сооружения с регулируемым микроклиматом [1–3].

Пример стабильного круглогодичного интенсивного производства плодовых тел шиитаке – предприятие ООО «Апрель» (Тульская область) [4].

Работа по поиску материалов, используемых в качестве добавок к основному исходному материалу субстрата и способствующих созданию благоприятного водно-воздушного и кислотного режима, повышению питательности приготовленного субстрата, ускорению процесса вегетативного роста мицелия в субстрате, актуальна для грибоводческой практики.

Цель исследований – разработать технологический процесс полного цикла культивирования шиитаке и установить его оптимальные параметры в производственных условиях ООО «Апрель».

**Условия, материалы и методы исследований**

Исследования, испытания и разработку технологии полного цикла выращивания шиитаке проводили в лаборатории грибоводства ВНИИО – филиале ФГБНУ ФНЦО и на базе действующего предприятия по выращиванию дереворазрушающих грибов ООО «Апрель» с 2019 по 2020 год.

На производственном комплексе ООО «Апрель» выращивали грибы на основе полного технологического цикла. Система производства многозональная. Цикл производства проходил в разных технологических зонах (отделениях). В нестерильной зоне проводили приготовление субстрата – смешивание исходных компонентов субстрата, добавление минеральных градиентов и увлажнение массы. Расфасовывали субстрат в емкости механизированным способом. Емкости размещали в ящики и помещали на стеллажи в камеру автоклава для проведения термической обработки. Выгружали обработанные субстратные емкости в помещении стерильной зоны, посев мицелия в субстрат проводили в стерильных условиях (боксе). Мицелий проращивали в субстрате в технологической полустерильной зоне – помещении инкубации, где поддерживали оптимальный температурно-влажностный режим. Культивирование и сбор урожая плодовых тел гриба проводили в камерах выращивания с размещением емкостей на многоярусных стеллажах при автоматическом контроле режима микроклимата помещений. Технология приготовления субстрата и выращивание плодовых тел шиитаке аналогична технологии производства вешенки [5].

В качестве субстрата для культивирования шиитаке использовали опилки дуба, бука, граба и других пород лиственных деревьев. Наиболее распространенный вид исходно-

го сырья – опилки дуба в сочетании с различными питательными добавками. В применяемой технологии выращивания шиитаке в ООО «Апрель» использовали следующие компоненты: опилки дуба и березы, лузга семян подсолнечника, отруби пшеничные с добавлением гипса и воды.

Изучено влияние состава субстрата на урожайность шиитаке в вариантах:

1. Опилки дуба (80%) + опилки березы (10%) + минеральные добавки (10%);
2. Опилки дуба (80%) + опилки березы (5%) + лузга семян подсолнечника, отруби пшеничные (5%) + минеральные добавки (10%).

Использован штамм шиитаке 0912. Его характеристика: шляпка гриба средних размеров до 5–7 см в диаметре, кремовой или коричневой окраски разной интенсивности. Края шляпки отличаются наличием характерного валика с бахромой, более четко выраженным в ранней стадии развития плодового тела. У шляпки поверхность чешуйчатая, разной степени интенсивности в зависимости от возраста плодового тела. Мякоть плотная. Пластинки беловатые, соединены с краем шляпки и ножкой. Ножка короткая и очень плотная, волокнистая, расположена по отношению к шляпке центрально или асимметрично. Споры в массе беловатого цвета.

**Результаты исследований**

Интенсивный способ выращивания шиитаке существенно отличается от экстенсивного используемыми видами субстратов и способом его приготовления. Активно применяется широкий спектр измельченных отходов с.- х. производства, предварительно подвергнутых увлажнению, тщательному перемешиванию, оптимизации кислотной реакции среды, термической обработке, что в последующем существенно сокращает период выращивания от посева до получения урожая плодовых тел (от 45 до 60 суток). Процесс интенсивного выращивания грибов полностью становится управляемым и проходит в культивационных сооружениях с регулируемым микроклиматом. Плодовые тела гриба получают непрерывно в течение круглого года. Число оборотов культуры в год при полном технологическом цикле производства составляет 4–5 оборотов.

В ООО «Апрель» применяли стерильную технологию приготовления субстрата. Качество субстрата, которое использовали для выращивания



Рис. 1. Емкости с субстратом в камере автоклава

плодовых тел гриба, имело решающее значение, значительно влияло на урожайность плодовых тел шиитаке, и тем самым определяло экономическую эффективность получаемого урожая.

Стерилизация (автоклавирование) – наиболее эффективный метод термической обработки субстрата при повышенном атмосферном давлении, благодаря которой субстрат освобождается от всех видов микроорганизмов. При обработке субстрата в автоклаве при автоматическом контроле режима температуры и при повышенном давлении в 1,1–1,2 атмосферы, отработан временной режим термической обработки в течение 3 часов, обеспечивающий 100%-ный выход чистого стерильного субстрата. Это обеспечивает активное развитие мицелия шиитаке после посева в наиболее благоприятных условиях при оптимальном температурном режиме в камере инкубации (рис. 1).

Обработанные емкости выгружают в стерильную зону, в которой



Рис. 2. Ламинарный бокс для посева мицелия в субстрат

Таблица 1. Параметры и продолжительность технологических процессов выращивания шиитаке в зависимости от состава субстрата, 2019–2020 годы

Процессы	Вариант 1	Вариант 2
1. Посев мицелия в субстрат, проращивание в зоне инкубации	Норма посева мицелия: 5% от массы субстрата в емкости с субстратом массой 2 кг Температура субстрата при проращивании: 22–24 °С Влажность субстрата: 65–70% Продолжительность периода: 50–56 сут.	Норма посева мицелия: 5% от массы субстрата в емкости с субстратом массой 2 кг Температура субстрата при проращивании: 22–24 °С Влажность субстрата: 65–70% Продолжительность периода: 47–52 сут.
2. Замачивание блоков, инициация плодообразования, начало сбора урожая в камере выращивания	Температура субстрата: до 12–15 °С Продолжительность 3–5 сут. Освещенность от 300–500 лк/м <sup>2</sup> Относительная влажность воздуха от 85%	
3. Плодоношение	Начало сбора урожая на 6–8 сутки после замачивания Продолжительность плодоношения 1 волны: 8–10 сут. Температура субстрата: 12–18 °С Относительная влажность воздуха: от 85%	Начало сбора урожая на 6–8 сутки после замачивания Продолжительность плодоношения 1 волны: 7–10 сут. Температура субстрата: 12–18 °С Относительная влажность воздуха: от 85%
4. Перерыв между волнами плодоношения	14–21 сут.	
5. Вторая волна плодоношения	После повторного замачивания на 8–12 сутки Продолжительность плодоношения: 10–14 сут. Температура субстрата: 12–18 °С Влажность воздуха: от 85% Концентрация CO <sub>2</sub> : 0,1% Освещенность: от 300–500 лк/м <sup>2</sup>	После повторного замачивания на 8–10 сутки Продолжительность плодоношения: 10–14 сут. Температура субстрата: 12–18 °С Влажность воздуха: от 85% Концентрация CO <sub>2</sub> : 0,1% Освещенность: от 300–500 лк/м <sup>2</sup>
6. Общее количество волн плодоношения	3–5	
7. Число оборотов культуры в камере выращивания в год	5,3–6,8	

следующим этапом проводят охлаждение субстрата до 25 °С. Посевной мицелий вносят в субстрат в ламинарном боксе стерильной зоны на транспортной линии. Норма посева мицелия – от 2,5 до 5%. Субстрат в емкости с мицелием перетряхивают для равномерности распределения мицелия (рис. 2).

Мицелий в субстрате растет в помещении инокуляции, где емкости размещают на стеллажах, при температуре воздуха 24–26 °С и его влажности в помещении от 80%. Мицелий разрастается внутри емкости при повышенной концентрации углекислого газа. В период вегетативного рос-

та CO<sub>2</sub> не ограничивает вегетативный рост мицелия шиитаке. Инкубация длится от 45 до 60 суток в зависимости от штамма, состава субстрата, массы емкости, нормы посева мицелия (рис. 3). Блок становится однородной белой окраской блока, и на нем возникают уплотнения, мицеллиальные узелки – зародыши плодовых тел. В ряде случаев блоки становятся коричневыми, что зависит от особенностей культивируемого штамма.

Из камеры инкубации блоки перемещают в камеру выращивания, где обеспечивают условия для плодоношения при пониженной температуре

13–18 °С. Пленку с заросшего блока удаляют. При снижении температуры при вентиляции камеры выращивания снижается концентрация углекислого газа. Стимулирующий плодоношение шиитаке момент – освещение блоков с интенсивностью от 300 люкс/м<sup>2</sup> в течение 10–12 часов в сутки, а также замачивание блоков в воде после первой и последующих волн плодоношения (рис. 4, 5). Волны плодоношения длятся 5–10 суток с перерывом в неделю, максимум до 10 суток. Рационально вести культуру в 3, максимум 5 волн. При этом получают от 25 до 40% урожая от массы субстрата [5].



Рис. 3. Инкубация мицелия шиитаке



Рис. 4. Камера выращивания с плодоносящими субстратными блоками



Рис. 5. Плодоношение шиитаке



**Таблица 2. Урожайность шиитаке по волнам плодonoшения в зависимости от состава субстрата, средняя за 2019–2020 годы**

Вариант состава субстрата	Урожайность, г (в расчете на один блок массой 2 кг) по волнам плодonoшения (1, 2, 3, 4, 5)	Общая урожайность шиитаке, г/2 кг / % от массы субстрата
1	270, 120, 50, 22, –	462 / 23,1
2	400, 193, 89, 20, –	702 / 35,1

Параметры технологических процессов и их продолжительность представлены в **табл. 1**.

Урожайность штамма шиитаке в зависимости от состава используемого субстрата по волнам плодonoшения представлена в **табл. 2**.

Продолжительность выращивания существенно не зависит от состава субстрата, поскольку его основной исходный компонент – опилки дуба без изменения их процентного соотношения в массе субстрата (80%). Опилки – самый сложный вид сырья. Практически их невозможно получить с лесопилок как однородный материал ни по соотношению фракций, ни по древесным породам, но при выращивании шиитаке необходимо использовать опилки дуба соответствующих фракций для обеспечения в массе субстрата оптимального соотношения воздушной среды, необходимой для хорошего развития мицелия гриба. Однозначно нежелательно использовать древесину хвойных пород (она нуждается в очень продолжительной предварительной обработке). Из-за высокой

влажности свежие опилки практически невозможно хранить долгое время. Влажность опилок дуба и березы составляет 40–42%.

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%. Общее содержание азота без применения питательных добавок не превышает 0,17–0,20%. Применение же питательных добавок повышает содержание азота до 0,8–1,2%. Это обеспечивает значимую прибавку урожая на 13%.

По данным ООО «Апрель» (2020 год) экономическая эффективность внедренной технологии доста-

точно высока, себестоимость продукции при культивировании шиитаке составляет около 140 р/кг при средней цене реализации от 550 р/кг, при уровне рентабельности – 292%.

**Выводы**

Таким образом, был разработан и апробирован в производственных условиях технологический процесс полного цикла культивирования шиитаке.

Оптимальная продолжительность периода выращивания шиитаке и получение урожая в камерах выращивания составляет в среднем 53–68 суток.

Важнейшая составляющая технологического процесса культивирования шиитаке – приготовление субстрата, подбор исходных материалов и биологически активных добавок, обеспечивающих его высокую питательность (содержание общего азота – 0,8–1,2% и более) и возможность получения урожая более 30–35% от массы субстрата с высокой экономической эффективностью от 290% (рентабельность производства).

**Библиографический список**

**References**

1. Оценка состояния грибоводства в России, риски при производстве продукции культивируемых грибов / А.Ф. Разин, Р.А. Мещерякова, Н.Л. Девичкина, О.А. Разин // Экономика сельского хозяйства России. 2020. №9. С. 43–50.
2. Девичкина Н.Л., Селиванов В.Г. Инновационные технологии и технические средства для производства грибов в защищенном грунте: методические рекомендации. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 135 с.
3. Сычев П.А., Ткаченко Н.П. Грибы и грибоводство. М.: ООО «Издательство АСТ»; Донецк: Сталкер, 2013. 511 с.
4. Девичкина Н.Л., Мукиенко С.В., Дугуниева Л.Г. Приготовление субстрата в стерильных условиях для культивирования вешенки и других дереворазрушающих грибов // Теплицы России. 2020. №3. С. 83–87.
5. Оптимизация состава субстрата для промышленного культивирования вешенки / Н.Л. Девичкина, Р.Д. Нурметов, Р.А. Мещерякова, Л.Н. Прянишникова // Картофель и овощи. 2018. №9. С. 19–21.

1. Assessment of the state of mushroom farming in Russia, risks in the production of cultivated mushrooms. A.F. Razin, R.A. Meshherjakova, N.L. Devochkina, O.A. Razin. The economy of agriculture in Russia. 2020. No9. Pp. 43–50 (In Russ.).
2. Devochkina N.L., Selivanov V.G. Innovative technologies and technical means for the production of mushrooms in protected soil: methodological recommendations. Moscow. FGBNU Rosinformagrotech. 2014. 135 p. (In Russ.).
3. Sychev P.A., Tkachenko N.P. Mushrooms and mushroom farming. Moscow. AST Publishing House LLC. Donetsk. Stalker. 2013. 511 p. (In Russ.).
4. Devochkina N.L., Mukienko S.V., Dugunieva L.G. Preparation of the substrate under sterile conditions for the cultivation of oyster mushrooms and other wood-destroying fungi. Greenhouses of Russia. 2020. No3. Pp. 83–87 (In Russ.).
5. Optimization of the substrate composition for industrial oyster mushroom cultivation. N.L. Devochkina, R.D. Nurmetov, R.A. Meshherjakova, L.N. Prjanishnikova. Potato and vegetables. 2018. No9. Pp. 19–21 (In Russ.).

**Об авторах**

**Author details**

Девичкина Наталья Леонидовна, доктор с.-х. наук, гл.н.с. отдела защищенного грунта и грибоводства, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: vniioh@yandex.ru

Дугуниева Лариса Гамидовна, м.н.с. отдела защищенного грунта и грибоводства, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: vniioh@yandex.ru

Мукиенко Сергей Викторович, технолог ООО «Апрель». E-mail: tudvorik@mail.ru

Devochkina N.L., D.Sci. (Agr.), chief research fellow of the department of protected soil and mushroom farming, ARRIVG – branch of FSBSI FSVC. E-mail: vniioh@yandex.ru

Dugunieva L.G., junior research fellow of the department of protected soil and mushroom farming, ARRIVG – branch of FSBSI FSVC. E-mail: vniioh@yandex.ru

Mukienko S.V., technologist of LLC April. E-mail: tuvorik@mail.ru