

УДК 502.21

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КСИЛОТРОФНЫХ ГРИБОВ

М. А. Шелоник

*ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», ул. Франциска Скорины, 10,
220114, г. Минск, Беларусь, maria.shelonik006@gmail.com*

Проанализированы перспективы использования продуктов древесных отходов в качестве субстрата для выращивания ксилотрофных грибов. Выявлены преимущества древесных отходов перед другими сельскохозяйственными отходами с минимальными затратами для получения готовой продукции.

Ключевые слова: ксилотрофы; древесные отходы; опилки; лигнин-целлюлозный комплекс; грибоводство.

PROSPECTS FOR THE USE OF WOOD WASTE FOR THE CULTIVATION OF XYLOTROPHIC FUNGI

M. A. Shelonik

*«Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus»,
10 Franziska Skaryna Street, 220114, Minsk, Belarus, maria.shelonik006@gmail.com*

The article is devoted prospects of using wood waste products as a substrate for growing xylotrophic fungi are analyzed. The advantages of wood waste over other agricultural waste for the early production of finished mushroom products have been revealed.

Keywords: xylotrophs; wood waste; sawdust; lignin-cellulose complex; mushroom farming.

В связи с общемировой тенденцией расширения многоцелевого использования древесины актуальными являются вопросы утилизации древесных отходов [6,7]. Древесные отходы производства представляют собой отходы лесозаготовок, лесопиления и деревообработки. Установлено, что 40-60% древесины превращается в основную продукцию, в отходы уходит 32 % из которых 60-65 % используются в качестве вторичного сырья [2]. Однако, образующиеся в процессе биодеструкции токсичные вещества и высокая устойчивость к микробной биodeградации, не позволяет использовать древесинные отходы напрямую. Поэтому наиболее экологически оправданным

способом утилизации древесных отходов является использование их в качестве субстрата для выращивания ксилотрофных грибов.

Грибы являются важной частью пищевой цепи и имеют высокую популярность как источник питательных веществ и богатого вкуса, который является неотъемлемой частью традиционной как западной, так и восточной кухни [3]. Одними из наиболее выращиваемых грибов являются шампиньоны, вешенки, шиитаке, фламмулина и т. д. Все они относятся к семейству *Agaricaceae*, однако главное преимущество вешенки и шиитаке, так называемых древоразрушающих грибов (или ксилотрофов), перед шампиньонами заключается в их возможности культивирования на различных типах лигнин-целлюлозных субстратах, которые чаще всего являются сельскохозяйственными отходами, без необходимости в приготовленном компосте и покровной почве [5]. Как правило, тип субстратов для выращивания грибов зависит от имеющихся растительных или сельскохозяйственных отходов. В Европе для выращивания ксилотрофов используется преимущественно пшеничная солома, в то время как в странах Юго-Востока Азии более популярны опилки [13]. Из древесных отходов в качестве субстратов чаще используют опилки, щепу. Опилки, представляя собой отходы деревообрабатывающего производства являются самой естественной и пригодной для развития ксилотрофных грибов средой. В природе ксилотрофные макромицеты являются неотъемлемой частью лесных экосистем, разного генезиса, выполняя широкий спектр функций, и используют древесину и как источник питания, и как среду обитания [5].

Древоразрушающие свойства грибов обусловлены наличием у них мощной ферментативной системой, участвующей в деструктивном разложении древесины за счет гидролиза полисахридной составляющей [8], что позволяет потреблять не только целлюлозу, но и лигнин. Древесина как среда обитания для живых организмов довольна, специфична, и это связано с тем, что лигноуглеводный комплекс, во-первых, устойчив к микробной биодegradации, а во-вторых - древесина имеет особый газовый режим [9]. Согласно источникам литературы, для древесины характерны низкие концентрации кислорода (1,2–4,5%) и высокие концентрации углекислого газа (7,2–26,3) [11,12]. Ксилотрофные грибы являются единственными организмами, приспособленными к такой среде обитания. На это указывает то, что они чувствительны к кислороду (рост прекращается при концентрации кислорода 0,4 %), устойчивы к высоким концентрациям углекислого газа (рост мицелия наблюдается при концентрации 30–40 %) и способны длительное время сохранять жизнеспособность при отсутствии кислорода [10].

Опилки имеют ряд преимуществ перед другими видами отходов:

— структура опилок представляет собой пористую систему, состоящую из каналов и пор, которые позволяют удерживать воду как губка.

В опилках содержится больше лигнина. Лигнин — природный полимер, представляющий собой коллоидное вещество. Присутствие лигнина в опилках помогает склеить волокна целлюлозы в древесине. Когда древесина расщепляется на опилки, лигнин распределяется по частицам, создавая сеть гидрофильных (влаголюбивых) участков. Эти участки имеют сильное сродство к воде, что позволяет опилкам легко впитывать и удерживать влагу [4]. Способность грибного субстрата сохранять влагу в течение длительного времени необходимо, чтобы поддерживать здоровый рост грибов, предотвращать загрязнение и регулировать колебания температуры.

— кислотность опилок обычно имеет нейтральную реакцию, чем у соломы, что более полезно для роста грибов. Большинство видов грибов предпочитают среду от слегка кислой до нейтральной с pH от 5,5 до 7,0. Опилки обычно имеют pH около 6-7, что находится в этом диапазоне, в то время как солома может иметь более высокий pH, что может подходить не для всех грибов [1,3].

— время освоения мицелием субстрата из опилок происходит быстрее. Что, может быть, связано с большей площадью поверхности, которая позволяет обеспечить больше места для роста грибного мицелия. Это может способствовать более быстрой колонизации субстрата мицелием, что приводит к более быстрому образованию грибов [10].

Однако несмотря на все преимущества опилок и их широкое применение в качестве субстрата для культивирования грибов-ксилотрофов, древесные опилки чаще всего используются лишь как небольшая часть в смеси различных органических субстратов. Объясняется это тем, что свежие опилки, независимо от состава, крайне бедны основными биогенными элементами. Было установлено, что в них полностью отсутствуют фосфор, калий, гуминовые кислоты, а количество азота варьируется от следовых до 0.2 мас. %. При высокой доле органического вещества, процент золы составляет всего 2–3 мас. %, что приводит к высокому массовому соотношению C/N, и соответственно влияет на развитие и рост мицелия [1]. Для повышения урожайности к опилкам добавляют отруби зерновых культур (рис, пшеница и т.д). Минеральные добавки (мел, известь и т.д) обеспечивают определенный уровень pH и служат источником кальция и серы [3].

В ходе исследований было отмечено, что лучше использовать свежие опилки лиственных пород (дуб, клен, ясень, лиственница и т.д). Опилки хвойных пород не используют т.к. они содержат смолы и фенольные вещества, тормозящие рост мицелия [8,10]. Появление «пушистого» мицелия вешенки наблюдалось через 5-6 дней (рисунок 1), который смог освоить 60 % субстрата, в то время как сбор урожая произошел на двадцатый день, что согласно источникам литературы о цикле развития и плодоношения вешенки как ксилотрофа [3].



Развитие мицелия ксилотрофного гриба на примере вешенки

Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование отходов деревоперерабатывающей промышленности в качестве сырья для получения грибной продукции создают экологическую и экономическую альтернативу утилизации данных отходов.

Библиографические ссылки

1. Беловежец Л. А. Агрохимические показатели компоста на основе древесных опилок / Л. А. Беловежец, А. В. Третьяков // Химия в интересах устойчивого развития. 2020. № 28. С. 124–130.
2. Грошев, И. М. Образование и использование отходов деревообрабатывающей промышленности / И. М. Грошев, Е. М. Герасимович // Технология и техника лесной промышленности: тезисы докладов 80-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), 1-12 февраля 2016 г. / Белорусский государственный технологический университет; [гл. ред. И. М. Жарский]. Минск: БГТУ, 2016. С. 62-63.
3. Нурметов, Р. Д. Выращивание шампиньонов и вешенки: руководство / Р.Д. Нурметов, Н.Л. Девочкина — Москва : Россельхозакадемия, 2010. 68 с.
4. Особенности опилок как наполнителя при производстве материалов из древесных отходов / М. В. Филичкина [и др.] // Лесотехнический журнал. 2013. № 2. С. 26-30.
5. Получение плодовых тел *Pleurotus eryngii* на экспериментальном субстрате из опилок осины Е.В. Павлюченко, Е.В. Плотников // Труды Международной научной конференции, посвященной 135-летию кафедры ботаники и 145-летию Томского государственного университета, Томск, 14–16 ноября 2023 года / Национальный исследовательский Томский государственный университет. 2023. С. 364-366.
6. Проблемы использования древесных отходов в малой энергетике Беларуси / Н. О. Азовская [и др.] // Труды БГТУ. 2020. Серия 1, № 2. С. 254-258.

7. Статистический ежегодник Республики Беларусь 2023. Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2023. 490 с.
8. Тищенко А. Д. Культивирование шиитаке. Школа грибоводства, 2000, № 1, С. 6-14.
9. Mukhin, V. A. Eco-Physiological Adaptations of the Xylotrophic Basidiomycetes Fungi to CO₂ and O₂ Mode in the Woody Habitat J. / V.A. Mukhin, D. K. Diyarova // Fungi. 2022, Vol. 8, № 12. P. 1-16.
10. Optimization of King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii*) Substrate Using Lignocellulosic Affordable Wastes/ Janpoor J. [and ets.] // Journal of Horticultural Science. 2018. Vol. 31, №. 4. P. 778–788
11. Scheffer, T. C. O₂ requirements for growth and survival of wood-decaying and sapwood-staining fungi / Scheffer, T.C. // Canadian Journal of Botany. 1986. № 64. P.1957–1963.
12. Tabak, H. H. The effects of gaseous environments on the growth and metabolism of fungi / H.H. Tabak, W.B. Cooke // Bot. Rev. 1968. № 34. P. 126–252.
13. Thomas G. V., Prabhu S. R., Reeny M. Z., Bopaiah B. M. Evaluation of lignocellulosic biomass from coconut palm as substrate for cultivation of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer // World Journal of Microbiology and Biotechnology. 1998. № 14. P. 879–882.