

УДК 602.4:606:663.1:579.66

ПОЛУЧЕНИЕ БЕЛКОВОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ БИОКОНВЕРСИЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

© Иванова Д.О., Тарнопольская В.В.

*Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, Российская Федерация*

e-mail: veronichkat@mail.ru

Предприятия лесозаготовительной и деревообрабатывающей отрасли традиционно составляют существенную долю региональной экономики Восточной Сибири, при этом их деятельность неизбежно приводит к накоплению значительного количества древесных отходов. Только в Красноярском крае объемы отходов лесозаготовки и деревообработки достигают 5 млн м³, из них перерабатывается не более 12 %. В настоящее время для решения этой насущной проблемы используют разные подходы, при этом основными методами утилизации растительных отходов остаются складирование на полигонах или сжигание, что небезопасно с экологической и нецелесообразно с экономической точек зрения.

В Сибирском государственном университете науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева ведутся комплексные исследования процессов биоконверсии лигноуглеводных субстратов культурами ксилотрофных базидиомицетов, апробируются режимы культивирования продуцентов и предобработки субстратов, изучается химический состав и биологическая ценность биомассы мицелия базидиомицетов и продуктов биоконверсии [1–3].

Целью данной работы явилась *разработка технологии микробиологической конверсии растительных отходов глубинными культурами *Pleurotus ostreatus* PO-4.1 и *Pleurotus djamor* PD-3.2 с предварительной гидродинамической активацией сырья и получением обогащенных белком кормовых продуктов.*

Объекты исследования – штаммы *Pleurotus ostreatus* PO-4.1 и *Pleurotus djamor* PD-3.2, чистые культуры которых выделены из коммерческих плодовых тел и хранятся в коллекции чистых культур кафедры химической технологии древесины и биотехнологии СибГУ им. М.Ф. Решетнева.

Глубинное культивирование проводили на крахмалоаммонийной среде в биореакторе «СеСа» (Великобритания); V = 6 л, скорость перемешивания – 400 об/мин, подача воздуха – 100 л/ч на 1 л среды, температура среды – (25 ± 1) °С, pH – 5,0. Твердофазное культивирование проводили на смеси сосновых опилок и вегетативной части топинамбура (3:2 по массе) при температуре (25 ± 1) °С и относительной влажности субстрата 70 % в течение 10 суток.

Гидродинамическую активацию (обработку) растительного сырья проводили на кавитационном гидроударном диспергаторе [4]: радиус ротора 277 мм, частота вращения 3000 об/мин, производительность 25 м³/ч – в водной среде в течение 30 мин, содержание сухих веществ в суспензии – до 10 % по массе.

Проведенные нами исследования показали, что при культивировании мицелия *Pleurotus* на субстратах из отходов деревообрабатывающей промышленности и сельского хозяйства возможно получение ценных биотехнологических продуктов: белково-углеводных добавок кормового и пищевого достоинства, высококачественных кормов, биоудобрений. Установлено, что продукты биоконверсии обогащены витаминами, полиненасыщенными жирными кислотами, характеризуются более высокой биологической ценностью (белка – 14–17 %, незаменимых аминокислот в

белке – до 40–45 %, нуклеиновых кислот – менее 1 %) и перевариваемостью (более 50 %) по сравнению с известными кормовыми продуктами растительного происхождения и могут быть использованы предприятиями агропромышленного комплекса в кормопроизводстве [5].

На основании экспериментальных исследований разработана технология опытного производства по микробиологической переработке растительных отходов (смешанного субстрата из сосновых опилок и вегетативной части топинамбура) штаммами *Pleurotus ostreatus* PO-4.1 и *Pleurotus djamor* PD-3.2 в кормовые продукты, включающая гидродинамическую активацию сырья на стадии получения посевного материала. Технология предусматривает три основные стадии: получение чистой культуры продуцента в условиях глубинного периодического культивирования; получение посевного материала методом глубинно-твердофазного культивирования продуцента на гидродинамически активированном растительном сырье; получение кормового продукта методом твердофазной ферментации механически измельченного растительного сырья. В технологическом процессе успешно апробирован режим глубинно-твердофазного культивирования продуцентов на среде, содержащей до 3 % гидродинамически активированного растительного сырья, с получением посевного материала, содержащего в среднем 14,5 г/л биомассы глубинной культуры, адаптированной к данному субстрату. Последующее применение такого посевного материала на стадии твердофазной ферментации позволяет втрое сократить продолжительность процесса по сравнению с известными технологиями прямой биоконверсии древесных отходов. Полученные на опытной установке результаты свидетельствуют о целесообразности проведения гидродинамического активирования сырья в целях повышения его биодоступности и, следовательно, глубины микробиологической конверсии. Использование комбинированных методов культивирования позволяет довести степень конверсии сырья до 65–70 % и получить выход продукта – 55–60 %.

Библиографический список

1. Химический состав глубинной культуры ксилотрофных базидиомицетов рода *Pleurotus* / В.В. Тарнопольская, Е.В. Алаудинова, П.В. Миронов [и др.] // Хвойные бореальной зоны. 2014. № 1–2. С. 78–80.
2. Тарнопольская В.В., Алаудинова Е.В., Миронов П.В. Перспективы использования базидиальных грибов для получения кормовых продуктов // Хвойные бореальной зоны. 2016. Т. 37, № 5–6. С. 338–341.
3. Fatty acids composition of xylophilic basidiomycetes of the genus *Pleurotus* in submerged culture / V.V. Tarnopol'skaya, O.V. Kiseleva, E.V. Alaudinova [et al.] // Chemistry of Natural Compounds. 2015. Vol. 51, No. 2. P. 328–329. DOI: 10.1007/s10600-015-1272-1.
4. Патент №138045 (РФ). Кавитационный гидроударный диспергатор / В.Г. Мозговой. 2014. № 6. С. 14.
5. Технология микробиологической переработки растительного сырья культурами *Pleurotus* с получением кормовых продуктов / В.В. Тарнопольская, Т.В. Рязанова, Н.Ю. Демиденко [и др.] // Химия растительного сырья. 2020. № 4. С. 405–411. DOI: 10.14258/jcprm.2020048445.