

Чхенкели В. А., Николаева Л. А., Чхенкели Л. Г.

**УТИЛИЗАЦИЯ И ДЕТОКСИКАЦИЯ ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ТВЕРДОФАЗНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ ПРОДУЦЕНТА TRAMETES  
PUBESCENS (SHUMACH.) PILAT.**

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2009/5/72.html](http://www.gramota.net/materials/1/2009/5/72.html)

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2009. № 5 (24). С. 178-179. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2009/5/](http://www.gramota.net/materials/1/2009/5/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)  
Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

## УТИЛИЗАЦИЯ И ДЕТОКСИКАЦИЯ ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ТВЕРДОФАЗНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ ПРОДУЦЕНТА *TRAMETES PUBESCENS* (*SHUMACH.*) *PILAT.*

Чхенкели В. А., Николаева Л. А., Чхенкели Л. Г.  
Иркутский филиал Института экспериментальной ветеринарии  
Сибири и Дальнего Востока СО Россельхозакадемии  
Иркутский государственный медицинский университет  
Иркутская государственная сельскохозяйственная академия

Проблема растительных отходов имеет не только глобальное значение [Квеситадзе, Безбородов, 2002, с. 12], но и весьма актуальна для региона, поскольку вторичные растительные отходы сельского хозяйства и промышленности до сих пор не нашли крупномасштабного использования. Если решение проблемы вторичного целлюлозосодержащего сырья сельского хозяйства нашло отражение в проведении ряда региональных программ и внедрении некоторых разработок, то лигноцеллюлозные отходы не используются в должной мере. В проведенных ранее исследованиях [Чхенкели, Чхенкели, 1998, с. 171; Чхенкели, 2006, с. 97] нами было показано, что продуцент *T. pubescens* является активным деструктором лигнина. Подтверждением того, что гриб обладает высоко лигнолитической активностью явились исследования, направленные на изучение изменения химического состава шлам - лигнина отхода производства ОАО «Байкальский ЦБК» - под воздействием грибов - продуцентов при культивировании их методом твердофазной ферментации (ТФФ).

### Материалы и методы исследования

При скрининге штаммов дереворазрушающих базидиомицетов из коллекции Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (г. Санкт-Петербург), была отобрана культура *Trametes pubescens* (*Shumach.*) *Pilat.* штамм 0663. Для проведения сравнительных исследований по твердофазному культивированию использовали культуру *Schizophyllum commune* Fr. штамм 0459.

Для проведения исследований по ТФФ дереворазрушающих грибов использовали пробы шлам - лигнина ОАО «Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат» и ОАО «Братсккомплексхолдинг»

Для проведения ТФФ отходов деревообрабатывающей промышленности (опилки) и ЦБП (шлам - лигнин) их увлажняли на глюкозо-пептонной среде до 60-65%-ной влажности, автоклавировали в течение 40 мин. при 0,8 атм. После охлаждения вносили посевной материал в количестве 10% по объёму. Посевной материал выращивали на глюкозо-пептонной среде в колбах на качалке при 220 об./мин. в течение 4 сут. при 26-28<sup>0</sup> С. Ферментацию проводили в течение 5-45 сут. при 26-28<sup>0</sup> С без дополнительной аэрации и перемешивания.

Подготовку проб твёрдых отходов и проб отходов, подвергнутых твердофазной ферментации с использованием грибов-продуцентов, для определения общего состава углеводов проводили в соответствии с методикой Агентства по окружающей среде США (EPA) № 1613 с предварительной экстракцией хлористым метилом - гексаном (1:1), очисткой экстрактов посредством препаративной колоночной хроматографии. Изомерспецифический анализ выполняли с использованием хромато-масс-спектрометра Hewlett Packard модели Hp 5972A и масс-селективного детектора HP MSD 5972 в режиме селективного детектирования молекулярных ионов. Разделение проводили на кварцевой капиллярной колонке HP - 5 с параметрами 25 м x 0,25 мм в температурном режиме программирования от 40 до 310<sup>0</sup>С со скоростью 10<sup>0</sup>С в мин. Идентификацию органических веществ осуществляли с помощью библиотечного поиска в библиотеке HP - Pest, Wiley - 138 - компьютера и по времени удерживания. Интегрировали площади пиков, полученных по извлечённым молекулярным или характеристическим ионам соответствующих органических веществ [Николаева, 2002, с. 10].

Для изучения состава лигноцеллюлозных отходов и возможности их утилизации продуцентами *T. pubescens* и *Sch. commune* было исследовано 16 проб и выполнено 392 изомерспецифических анализа на содержание ПХДД, ПХДФ и 64 анализа на фенолы и хлорфенолы.

Статистическую обработку результатов экспериментов и оценку достоверности проводили по критерию Стьюдента для уровня вероятности не менее 95% с использованием пакета программ Microsoft Excel 97.

### Результаты и их обсуждение

С целью изучения возможности использования методов биотехнологии для утилизации отходов целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП) шлам - лигнин ОАО «Байкальский ЦБК» засеивали суспензией продуцентов *T. pubescens* штамм 0663 и *Sch. commune* штамм 0459 и проводили ТФФ в течение 1,5-2 месяцев при 37<sup>0</sup>С.

Известно, что на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности, использующих для отбеливания целлюлозы молекулярный хлор, образуются полихлорированные дибензо-*p*-диоксины (ПХДД) и дибензофураны (ПХДФ) - высокотоксичные, канцерогенные соединения [Игнатъева, 1997; Корте, 1997, с. 137], которые являются представителями хлорированных циклических ароматических эфиров.

При изучении химического состава шлам - лигнина БЦБК методом хроматомасс-спектрометрии было идентифицировано более 60 соединений, среди которых хлорированные углеводороды составили 17,2%, производные фенолов -5-15%, фуранов -9,3%, бензолов -2,5%.

Результаты изменения состава шлам - лигнина ОАО «Байкальский ЦБК» представлены в Табл. 1.

При исследовании возможности продуцента *T. pubescens* разрушать лигнин, содержащий в структуре диксинподобные звенья, показано, что при ТФФ шлам - лигнина в течение 1,5-2 месяцев хлорорганические

компоненты, фенолы, фураны, бензолы не были обнаружены (при данной чувствительности метода - 1 мкг/кг). Кроме того, в результате деструкции лигнина увеличилось количество нециклических соединений, что является подтверждением высокой активности продуцента разрушать ароматические кольца.

**Таблица 1.** Изменение состава шлам-лигнина ОАО «Байкальский ЦБК» после ферментации базидиомицетов методом ТТФ

Органические соединения	Содержание компонентов в % от общей массы отходов БЦБК		
	Шлам-лигнин (контроль)	Шлам-лигнин после ТТФ <i>T. pubescens</i>	Шлам-лигнин после ТТФ <i>Sch. commune</i>
Общее количество идентифицированных органических соединений	53	84	58
Нециклические:	55,74	65,2	45,42
С <sub>9</sub> -С <sub>19</sub>	33,31	37, 21	30,74
С <sub>20</sub> -С <sub>40</sub>	13,06	17,35	12,03
Кислоты	6,54	9,83	2,65
Спирты	2,83	0,73	-
Циклические:	44,22	34,8	54,58
Бензолы	1,96	0,001	3,97
Фенолы	13,5	0,001	0,001
Фураны	13,51	0,001	0,001
Всего хлорированных соединений	20,27	0,001	0,001
Лигнин	24	22	22,6

Следует отметить, что метод кометаболизма, как считают некоторые исследователи [Sferra, 1982, p. 930; Фёдоров, 1993, с. 132] является одним из многообещающих методов обезвреживания хлорорганических соединений (ХОС) в природных объектах. В ряде работ описано, что гриб *Phanerochaete chrisosporium* способен к разрушению многих ХОС, в том числе ДДТ, линдана, полихлорированных бифенилов (ПХБ), диоксинов и других веществ. Гриб был проверен на обеззараживание *in situ* зараженных почв при обработке водных растворов в реакторе [Georgin, 1989, p. 617]. В некоторых исследованиях [Волчатова, Медведева, Тимофеева, 1996, с. 175] показано, что под действием гриба *Phanerochaete sanginea* (Fr.) Bres., на лигнине лиственницы происходит разрыв С<sub>ар</sub> - С- и С - С- связей алифатической цепи, приводящей в дальнейшем к разложению его до водорастворимых соединений. При этом образуются оксикарбоновые, дикарбоновые и фенольные кислоты.

Таким образом, данный метод может найти применение для обеззараживания высокотоксичных отходов, но только при увеличении скорости деградации диоксинов и других подобных соединений.

#### Список использованной литературы

- Волчатова И. В., Медведева С. А., Тимофеева С. С.** Микробиологическая переработка гидролизного лигнина // Мат. Междунар. конф. «Экологически чистые технологические процессы в решении проблем охраны окружающей среды». Иркутск, 1996. Т. 2.
- Игнатъева Л. П.** Гигиеническая оценка и разработка критериев опасности диоксинов в окружающей среде: автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Иркутск, 1997. 48 с.
- Квеситадзе Г. И., Безбородов А. М.** Введение в биотехнологию. М.: Наука, 2002. 284 с.
- Корте Ф. М., Бахадир М. В., Клайн В.** Экологическая химия / под ред. Ф. Корте; пер. с нем. М.: Мир, 1997.
- Николаева Л. А.** Диоксинсодержащие промышленные отходы и пестициды - источники загрязнения окружающей среды: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Иркутск, 2002. 23 с.
- Фёдоров Л. А.** Диоксины как химическая опасность: ретроспективы и перспективы. М.: Наука, 1993. 266 с.
- Чхенкели В. А.** Биологически активные вещества *Coriolus pubescens* (Shum.:Fr.) Quel. и их использование. Новосибирск: СО РАСХН, ИФ ГНУ ИЭВСиДВ, 2006. 288 с.
- Чхенкели В. А., Чхенкели Г. Д.** Использование современных методов биотехнологии в решении медико-экологических проблем // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. 1998. № 2 (8).
- Элисашили В. И.** Биосинтез и свойства целлюлаз и ксиланаз высших базидиомицетов: обзор // Прикл. биохим. и микробиол. 1993. Т. 29. Вып. 3.
- Georgin G.** Fungal Enzymatic Processes for Detoxification of Hazardous Waste Site Chemicals // 197th ACS Nat. Meet. Washington D.C., 1989.
- Sferra P. R.** Biodegradation of Enviromental Pollutants // Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal / Ed. H. M. Freeman. N.Y., St. Louis etc., 1989.