

## ПЕРЕРАБОТКА ТОРФА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ

Е. Г. Анзельм, Ю. В. Передерин, И. О. Усольцева  
Научный руководитель – к.т.н., доцент Ю. В. Передерин

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Россия, г. Томск

egab@tpu.ru

В настоящее время исследование методов глубокой переработки торфа и способов использования продуктов его переработки имеет особое значение для промышленности России. Торф содержит в себе высокоминерализованные, биологически активные и легкодоступные гуминовые кислоты, высвобождение которых является актуальной задачей. Продукция, изготовленная с применением гуминовых кислот, находит широкое применение в различных сферах человеческой деятельности: медицине, сельском хозяйстве, косметологии, очистки вод [1, 2, 3]. При этом качество сырья и целесообразность его использования зависит от метода переработки гумусосодержащего сырья.

Основной целью данного исследования является выявление ключевых проблем при вскрытии торфяного сырья, нахождение наиболее эффективных методов его глубокой переработки и освещение способов использования высвобожденных продуктов.

Для получения гуминовых кислот наиболее популярным методом является термолиз. Нагревание торфяного сырья приводит к трансформации его внутренней и внешней оболочки. При этом продукты такой переработки используют в качестве топлива и сорбента нефтяных разливов.

Помимо термической обработки востребованным является применение физико-механических способов переработки. Так, например, использование роторно-пульсационных аппаратов (кавитатора, гомогенизатора) приводит к диспергированию природного сырья и выходу водорастворимых веществ. Механоактивация производится и с применением планетарной шаровой мельницы. Данный метод увеличивает эффективность высвобождения кислых функциональных групп и сорбционные способности природного сырья. Существует метод переработки торфа с использованием электроимпульсного воздействия. Электрогидродинамический

удар способствует разрушению гумусосодержащего сырья изнутри. Такой метод обработки может снизить потребность в минеральном сырье и обеспечить рынок натуральными продуктами, как альтернатива химическим продуктам в отрасли сельского хозяйства. В дополнении существуют ультразвуковой и радиационный методы глубокой переработки торфа.

Альтернативой механическим способам обработки природного сырья имеется и ряд химических методов. Одним из таких является гидролиз торфа, процесс осуществляется в водной среде при применении кислотных, щелочных добавок или ферментов. При таком методе разрушается труднорастворимая оболочка (лигнин, целлюлоза) природного сырья, с последующим высвобождением водорастворимых гуминовых кислот. Обработанный торф такими методами используется в качестве сорбентов тяжелых металлов. Помимо гидролиза гумусосодержащее сырье обрабатывается перекисью водорода и аммиаком. Применяется экстракционный метод вскрытия торфяного сырья при использовании углеводородных растворителей.

В заключении можно сказать, что наиболее эффективными методами переработки торфа являются химические методы, например, с использованием щелочного гидролиза, где степень вскрытия достигает 80–85 % по сравнению с описанными физико-механическими способами, где выход гуминовых кислот достигает 65–70 %. Главной проблемой в высвобождении гуминовых кислот является плотноупакованная оболочка торфа. Именно эффективное разрушение труднорастворимых лигнина и целлюлозы лежит в основе всех описанных методов. Торф при рациональной добыче является возобновляемым и дешевым ресурсом, продукты, полученные при вскрытии которого можно использовать как сорбент, компонент при изготовлении препаратов, кормовую добавку в животноводстве и в сельском хозяйстве.

### Список литературы

1. Попов А.И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование / под ред. Е.И. Ермакова. – СПб. : Изд-во С. Петерб. ун-та, 2004. – 248 с.
2. Исследование свойств торфа для решения экологических проблем / Бурмистрова Т.И. [и др.] // Химия растительного сырья. – 2009. – № 3. – С. 157–160.
3. Получение углеродных сорбентов из бурых углей и торфа после извлечения восков и смол / Хохлова Г.П. [и др.] // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2005. – № 4–1 (48). – С. 65–68.

## БИОДЕГРАДАЦИЯ КРАСНОГО ФОСФОРА ПРИ ПОМОЩИ *Aspergillus niger*

Л. И. Ахбарова<sup>1</sup>, А. З. Миндубаев<sup>2</sup>  
Научный руководитель – к.х.н. А. З. Миндубаев

<sup>1</sup>Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова Казанского научного центра РАН  
420088. Россия, г. Казань, ул. Арбузова, 8

<sup>2</sup>Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ КХТИ)  
420015, РТ, г. Казань, ул. К.Маркса, 68  
a.mindubaev@knc.ru; mindubaev-az@yandex.ru

Биотрансформация это разрушение веществ, материалов, продуктов в результате метаболического воздействия живых организмов. Чаще всего под биотрансформацией подразумевается действие микроорганизмов. Микробный метаболизм обладает бесконечным разнообразием путей. Он осуществляет превращения практически любых классов поллютантов, в том числе обладающих высокой устойчивостью или токсичностью. Биотрансформация сравнительно безопасна для окружающей среды, в отличие от других методов детоксикации. Она основана на естественных механизмах самоочищения в биосфере.

Исследована возможность использования метода биотрансформации для ремедиации загрязнения красным фосфором с использованием грибов черных аспергиллов *Aspergillus niger* AM1 ВКМ F-4815D. Штамм ранее продемонстрировал окисление поллютанта первого класса опасности белого фосфора до безвредных фосфат-ионов. Красный фосфор намного более термодинамически стабилен, по сравнению с белым. Это затрудняет его метаболизм. Он должен медленнее и с большим трудом подвергаться ферментативной деструкции.

Опасность загрязнений красным фосфором состоит, главным образом, в том, что продукты горения данным веществом токсичны. Попытки использовать красный фосфор в качестве высоко-

коконцентрированного фосфорного удобрения делались ранее, но не привели к практическому результату. Поэтому, разработка способа биотрансформации красного фосфора актуальна. В представленной работе показаны полученные количественные данные по биотрансформации красного фосфора *A. niger* F-4815D.

Установлено заметное увеличение скорости накопления фосфат-ионов под влиянием микробной культуры. Фосфат-ионы, в свою очередь, являются конечным продуктом окисления красного фосфора. Для точной оценки биотрансформации красного фосфора проводилось исследование содержания фосфатов в биомассе гриба, который интенсивно поглощает фосфат-ионы из окружающей среды, к измеренной концентрации фосфат-ионов в культуральной среде. Для этого биомасса сжигалась в муфельной печи до состояния золы. По сравнению с контролем – стерильной средой, содержащей красный фосфор, в присутствии культуры гриба скорость накопления фосфат-ионов возрастает в 1,25 раз. Разница проявляется в каждом из трех повторов эксперимента, что свидетельствует о достоверности результата. Причина малого значения прироста скорости окисления заключается в окислении красного фосфора и накоплении фосфатов в процессе хранения. Поскольку аспергилл изначально рос в среде, обогащенной фосфатами, активность процесса биотрансфор-