

УДК 579.6 + 579.695 + 579.66 + 579.663

МИКРОБНЫЕ АСПЕКТЫ ОЧИСТКИ АБСОРБЦИОННЫХ РАСТВОРОВ

Глушень Е. М., кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией природоохранных биотехнологий
Государственное научное учреждение «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси»

Из различных способов очистки водных растворов – механических, химических, физико-химических и биологических – традиционно наиболее часто используется аэробная биологическая очистка. Принцип использования микроорганизмов в очистке воздуха различных производственных помещений от токсических веществ основан на способности активных деструкторов разрушать эти вещества.

Процесс утилизации ксенобиотиков микроорганизмами включает:

- трансформацию или незначительные изменения молекулы загрязняющего вещества;
- фрагментацию или разложение сложной молекулы на более простые соединения;
- минерализацию или превращение сложного вещества в самые простые (H_2O , CO_2 , H_2 , NH_3 , CH_4 и т. д.).

Разработка эффективных природоохранных биотехнологий требует постоянного пополнения микроорганизмов-деструкторов разнообразных ксенобиотиков. Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси располагает обширной коллекцией бактерий-деструкторов органических токсикантов. Основной фонд коллекции представлен более 500 штаммами микроорганизмов различной таксономической принадлежности, из которых 65 входят в Белорусскую коллекцию непатогенных микроорганизмов, зарегистрированную во Всемирной федерации коллекций культур (WFCC-VIRCEN World Data Centre for Microorganisms, WDCM-BIM 909).

Культуры выделены из природных и производственных сред в результате многолетних исследований сотрудниками лаборатории природоохранных биотехнологий Института микробиологии НАН Беларуси. Коллекционные штаммы способны к деградации широкого спектра ксенобиотиков: нефть и нефтепродукты, жировые вещества,

фенол, формальдегид, метанол, стирол, хлорорганические соединения, третичные амины, фталаты, летучие органические соединения и т. д.

Музейная коллекция деструкторов ксенобиотиков в подавляющем большинстве представлена бактериями рода *Rhodococcus* (76 %). Остальная часть микроорганизмов относится к родам *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Brevibacterium*, *Chryseobacterium*, *Debaryomyces*, *Enterobacter*, *Gardonia*, *Kluyveromyces*, *Methylobacterium*, *Microbacterium*, *Mycolicibacterium*, *Pseudomonas*, *Rhodotorula*, *Sarcina*, *Sphingomonas* и *Stenotrophomonas*. Стоит отметить, что музейные штаммы родококков являются не только активными деструкторами ароматических, гетероциклических и алифатических соединений, но также являются и продуцентами таких практически ценных метаболитов, как поверхностно-активные вещества и экзополисахариды.

Наиболее эффективным способом поиска микроорганизмов-деструкторов является выделение микробных изолятов из природных объектов, длительное время загрязняемых сельскохозяйственными ядохимикатами или токсичными промышленными отходами. Далее в ходе всесторонних лабораторных исследований проводится селекция микроорганизмов, способных наиболее активно разлагать в воде целевой поллютант. Оценивается технологичность микроорганизмов, степень и сроки деструкции загрязнителя, интегральную токсичность абсорбента до и после микробной биоремедиации. Отобранные штаммы микроорганизмов-деструкторов проверяются на безопасность для теплокровных животных. Критериями токсикологических испытаний являются вирулентность, токсичность и патогенность. После комплекса лабораторных исследований приступают к испытаниям микроорганизмов в производственных условиях, по результатам которых отбирают наиболее перспективные штаммы. Далее изучаются физиолого-биохимические особенности отобранных штаммов микроорганизмов-деструкторов, проводится их идентификация и депонирование в коллекционном фонде.

С использованием музейных микроорганизмов разработаны эффективные технологии очистки водных растворов от пластификаторов, нефтепродуктов, формальдегида, фенола, третичных аминов, а также многокомпонентных сточных вод завода органического син-

теза. Данные технологии очистки внедрены и с успехом используются на ряде промышленных предприятий Республики Беларусь, России, Украины и других стран.

Высокий деструктивный потенциал коллекционных штаммов бактерий-деструкторов по отношению к широкому спектру органических соединений раскрывает широкие возможности для создания и внедрения в кратчайшие сроки экологически безопасных природоохранных биотехнологии очистки сточных вод и почв от различных ксенобиотиков.

Технология получения микробных препаратов на основе штаммов-деструкторов включает следующие стадии:

- оптимизация условий культивирования и питательных сред для получения биопрепарата (источники азотного и углеродного питания, время культивирования, РН, солевой состав питательной среды, ПАВ);

- изучение микробиологической деструкции метаболитов хроматографическими и спектральными методами;

- оценка возможности совместного культивирования микроорганизмов на основе изучения их взаимоотношений (антагонизм, стимуляция) и оптимизация параметров процесса.

Следующим этапом является создание технологии применения биопрепаратов на основе штаммов-деструкторов для очистки абсорбентов, включающим в себя:

- качественные и количественные показатели загрязнений, микробиологические показатели очищаемого абсорбента;

- внесение препарата в биореактор АБХУ;

- внесение биогенных элементов;

- химический и микробиологический контроль за процессом очистки.

В результате многолетних исследований получен ряд высокоэффективных биопрепаратов для очистки абсорбционных растворов:

1. БиоКиТ. Препарат предназначен для очистки сточных вод и абсорбционных растворов от ксилола и толуола. Область применения: химическая и лакокрасочная промышленность.

Высококонцентрированный препарат. Может использоваться в качестве биоагрузки и активатора иловой смеси биологических очистных сооружений. Эффективность очистки водных растворов от ксилола составляет 75–99 %, а от толуола – 80–100 % в зависимости

от концентрации токсикантов. Степень очистки многокомпонентных стоков с химическим потреблением кислорода (ХПК) 3500–7500 мг О₂/л, содержащих ксилол, толуол и сопутствующие вещества, составляет 80–95 %.

Экологически безопасный препарат пролонгированного действия. Не требует постоянного внесения. Аналогов нет.

2. Тэамин. Предназначен для регенерации абсорбционных растворов и глубокой очистки сточных вод, содержащих триметиламин и диметилэтиламин

Отличительные особенности препарата – высокоактивные штаммы микроорганизмов-деструкторов, способные осуществлять деструкцию третичных аминов в концентрациях до 10 г/л со степенью очистки 95–100 %. Экологически безопасный препарат, не имеющий мировых аналогов.

3. ФеноФорм. Препарат предназначен для очистки сточных вод и абсорбционных растворов от фенола и формальдегида.

Высококонцентрированный микробный препарат. Эффективность очистки абсорбционных растворов и стоков при использовании препарата ФеноФорм в качестве биоагрузки составляет 85–99 % по ХПК. Степень очистки от фенола составляет 80–99 %, от формальдегида – 75–99 %. Препарат может быть использован в качестве биоагрузки или в качестве активатора иловой смеси. Экологически безопасный препарат пролонгированного действия. Не требует постоянного внесения. Аналогов нет.

Специалистами Института микробиологии НАН Беларуси в настоящий момент интенсивно проводятся исследования, направленные на создание препаратов для очистки абсорбционных растворов от смеси растворителей на основе спиртов и эфиров. В результате проделанной поисковой и исследовательской работы получены высокоактивные микроорганизмы-деструкторы, обладающие широкой субстратной специфичностью по отношению основных загрязнителей сточных вод лакокрасочных производств, в том числе спиртов, кетонов, эфиров и растворителей на основе смесей углеводов. Выделены штаммы, характеризующиеся высокой скоростью роста на высококонцентрированных средах (5 %), содержащих бензол, пропанол, бутанол и ацетон в качестве единственного источника углерода.

Получен высокоэффективный консорциум, способный не только активизировать очистку в биореакторах за счет утилизации органических субстратов, но и нейтрализовать дурнопахнущие вещества. Данный консорциум будет являться основой биопрепарата для активации очистки и устранения неприятных запахов от закрытых систем биологических очистных сооружений.

Постоянно пополняемая уникальная коллекция микроорганизмов-деструкторов ксенобиотиков позволит и в будущем создавать высокоэффективные экологически безопасные биопрепараты, соответствующие мировому уровню и содействующие эффективному решению экологических проблем.