

РЕФЕРАТ

Отчет 90 с, 1 кн., 28 рис., 24 табл., 33 источн., 2 прил.

АКТИВНЫЙ ИЛ, АНТАГОНИЗМ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА, ГРАНУЛИРОВАНИЕ, БАКТЕРИЯ, ЭКЗПОЛИСАХАРИД, ПОЛИЛАКТИД, ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ, ГЕЛЬ-ХРОМАТОГРАФИЯ, ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ, СКАНИРУЮЩАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ, СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ, ТЕРМОГРАВИМЕТРИЯ

Объекты исследования – микроорганизмы-деструкторы синтетических полиэфиров и полисахаридсинтезирующие бактерии, выделенные из окружающей среды и активного ила.

Предмет исследования – изучение физиолого-биохимических особенностей выделенных микроорганизмов, подбор условий, обеспечивающих их высокую метаболическую активность.

Цель работы – выделить из окружающей среды и биоценоза активного ила микроорганизмы, способные к синтезу полисахаридов и деградации ксенобиотиков, и изучить особенности их метаболизма для разработки экологически безопасных технологий очистки окружающей среды от поллютантов природного и антропогенного происхождения.

Основные научные результаты исследовательской работы:

- выделенные из активного ила и окружающей среды микроорганизмы-деструкторы синтетических полимеров и полисахаридсинтезирующие бактерии идентифицированы с помощью масс-спектрометрического метода, описаны их морфологические и физиолого-биохимические признаки;

- подобраны условия (рН, температура, влияние ионов металлов), обеспечивающие высокую активность гидролитических ферментов, экскретируемых микроорганизмами-деструкторами, исследованы закономерности биodeградации образцов PLA и PET;

- определены оптимальные условия инкубирования полисахаридсинтезирующих бактерий: температура, рН среды, время инкубирования, соотношение С : N, среда для инкубирования, изучена динамика накопления ЭПС;

- разработана методика гранулирования активного ила при инкубировании иловой смеси в отъемно-доливном режиме;

- разработана лабораторная технология получения препарата для стимуляции гранулирования активного ила, проведено ветеринарно-токсикологическое исследование двух перспективных штаммов *Citrobacter freundii* M4 и *Raoultella ornithinolytica* M14.

Рекомендации по практическому применению результатов исследований: повышение эффективности биологической очистки сточных вод промышленных предприятий путем стимуляции гранулирования активного ила в аэробных условиях, создание технологий переработки отходов полиэфиров с применением микроорганизмов и их ферментов.

ВВЕДЕНИЕ

Благодаря совокупности уникальных свойств синтетические полимеры широко применяются для получения различных изделий и упаковочных материалов. Однако, высокая популярность полимеров сопряжена со значительными экологическими проблемами при их утилизации, обусловленными сравнительно коротким сроком использования большинства изделий, введением разнообразных модифицирующих агентов в состав, а также высокой устойчивостью к внешним воздействиям.

Проблема усугубляется еще и тем, что многие компоненты пластика, как и его микрочастицы способны мигрировать в окружающей среде, загрязняя ее элементы: почву и водные объекты, в том числе и сточные воды — неизбежное следствие деятельности человека [1].

В настоящее время большое внимание уделяется разработке и развитию новых, а также усовершенствованию существующих подходов к ремедиации различных сред, основанных на применении экологических биотехнологий. Используемые методы связаны с применением биологических агентов и их компонентов для решения задач улучшения качества окружающей среды.

Чаще других, в качестве действующих биоагентов применяют разнообразные микроорганизмы, которые благодаря эволюционной мобильности и пластичности метаболизма, адаптировались к широкому спектру загрязнений [2].

С целью разработки и развития новых, а также усовершенствованию существующих методов биологической очистки почв и сточных вод, актуальным является поиск, выделение и всесторонняя характеристика микроорганизмов, способных к деструкции разнообразных синтетических поллютантов, а также установление условий, обеспечивающих высокую скорость и экономическую целесообразность процессов деструкции.

Микроорганизмы в окружающей среде редко находятся в виде совокупности клеток чистой культуры. Обычно они образуют агрегаты: биопленки, гранулы, хлопья, флокулы и др. как особую форму существования. Такие сообщества характеризуются набором свойств, отличным от свойств отдельных видов микроорганизмов, что особенно важно в процессе биологической очистки сред от сложнодеградируемых синтетических поллютантов.

В технологии очистки сточных вод актуальным является применение устойчивых гранул активного ила, объединяющих все основные физиологические группы микроорганизмов, обеспечивающие разложение, в том числе и сложнодеградируемых источников углерода [3, 4]. Эффективность технологии очистки может быть повышена путем использования аэробного гранулированного ила. Введение в его состав продуцентов экзополисахаридов и бактерий-деструкторов синтетических материалов, повысит эффективность очистки сточных вод различного происхождения.

Роль экзополисахаридов для микробных клеток разнообразна. Капсулы бактерий обеспечивают устойчивость к фагоцитозу; выделение слизи позво-

ляет бактериям ограниченно перемещаться. Экзополисахариды являются источником запасных питательных веществ, служат барьером между клетками и окружающей средой, способствуют захвату субстрата и его концентрированию на поверхности, являясь резервуаром, выполняют протекторную роль против высушивания и предотвращая стрессы в экстремальных условиях [4].

Ввиду многообразия микробных полисахаридов и возможностей их применения актуальными являются вопросы разработки методов выделения, фракционирования и установления структуры полисахаридов. Препараты на основе полисахаридов микробного происхождения могут найти широкое применение в разработке эффективных процессов биотехнологической переработки отходов, очистки сточных вод и в некоторых других сферах.

Использование комплексных препаратов продуцентов экзополисахаридов и бактерий-деструкторов полимеров, позволит повысить эффективность очистки объектов окружающей среды в том числе от микро- и наночастиц синтетических полимерных материалов.

Особенности экологии микроорганизмов определяются их взаимодействием со средой обитания. Обладая высокой химической активностью, микроорганизмы обуславливают процессы деградации и минерализации органического вещества как природного, так и антропогенного происхождения.

Известно, что для биологической деградации любого материала необходимо три ключевых элемента: сам материал, микроорганизмы, селективно воздействующие на структуру материала, и соответствующие условия окружающей среды. Если один из этих элементов отсутствует, то биodeградация не происходит.

Попав в окружающую среду, полимерные материалы подвергаются воздействию абиотических (механическое воздействие, УФ-излучение, кислород воздуха, температура, влажность, pH почвы и др.) и биотических факторов, действующих вместе или последовательно; эти процессы приводят к повреждению полимерной матрицы и образованию фрагментированных частиц различных размеров.

Дальнейшая биологическая деградация, происходит через расщепление основных или боковых цепей полимера. Однако, существенное влияние на стойкость полимеров к биологическому разложению оказывают следующие группы факторов [5, 6]:

- химические факторы (химическая структура, молекулярная масса);
- физические факторы (температура стеклования, температура плавления, кристаллическая структура);
- факторы, связанные с особенностями поверхности полимера (площадь поверхности, гидрофильные и гидрофобные свойства).

Под воздействием абиотических факторов происходит изменение свойств большинства материалов, что существенно снижает их стойкость к воздействию микроорганизмов.

Основными факторами, обуславливающими биodeградацию синтетических материалов, являются химически активные метаболиты (кислоты, основания, перекиси) и ферменты [7, 8]. Наибольшее значение имеют выделяю-

ициеся в окружающую среду экзоферменты. При этом повреждение структуры материала наступает в результате различных реакций – окисления, восстановления, декарбоксилирования, гидролиза и др. Прослеживается соответствие между структурой поражаемого материала и ферментативными свойствами присутствующих на поверхности микроорганизмов.

В различных исследованиях подверженности синтетических полимеров биodeградации обнаружено, что наибольшее разрушающее действие на структуру полимеров оказывают гидролитические ферменты: оксидоредуктазы, гидролазы, лиазы [9]. Это обстоятельство следует учитывать при подборе условий для наиболее эффективного процесса деградации, в частности внесения в питательную среду индукторов протеолитических и липолитических ферментов.

Отличительной чертой ферментов, катализирующих гидролитический разрыв связей в различных синтетических соединениях, является их пониженная избирательность и специфичность действия [10].

Таким образом, применение сочетания действия различных абиотических факторов и микробиологической деструкции, одно из наиболее перспективных направлений сокращения времени биodeградации даже самых стойких синтетических материалов в экзогенных условиях окружающей среды, в том числе и в сточных водах.