

УДК 581.1

¹А.А. Жубанова, ²З.А. Мансуров, ¹П.С. Уалиева, ¹Г.К. Кайырманова,
¹А.С. Баубекова, ¹А.К. Ерназарова, ¹Г.Ж. Абдиева*, ²Е.О. Досжанов,
²Н.Ш. Акимбеков

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы

²Институт проблем горения КазНУ имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы

*E-mail: A_Gulzhamal@mail.ru

Конструирование новых наноструктурированных биоконпозитов для использования в процессах биоремедиации техногенно нарушенных почв и водоемов

В статье даны результаты использования карбонизованных сорбентов с наноструктурированной поверхностью на основе вторичного растительного сырья при биоремедиации почв и водоемов, загрязненных нефтью и тяжелыми металлами.

Ключевые слова: биоконпозит, биоремедиация, нефть, тяжелые металлы.

А.А. Жубанова, З.А. Мансуров, П.С. Уалиева, Г.К. Кайырманова, А.С. Баубекова,
 А.К. Ерназарова, Г.Ж. Абдиева*, Е.О. Досжанов, Н.Ш. Акимбеков

Фитоэкстракттар және биоконпозиттердің антимикробтық қасиеттерін зерттеу

Жұмыста фитоэкстракт және олармен байытылған карбонизделген күріш қауызы - ККҚ негізінде гетерогенді активті биоконпозиттер алынды. In vitro жағдайында терінің іріңді-қабыну процестерінің қоздырғышы - Staphylococcus aureus 209 штаммы қатысында фитоэкстрактілер және биоконпозиттердің антимикробтық қасиеті зерттелінді.

Түйін сөздер: фитоэкстракт, биоконпозит, дәрілік өсімдіктер, антимикробтық қасиет, сорбент, функционализация.

A.A. Zhubanova, G.Zh. Abdiyeva, N.Sh. Akimbekov, K. Abay, D.A. Zhusipova,
 G.K. Kayyrmanova, P. S. Ualiyeva, A.K. Ernazarova

Studying of antimicrobial activity of phytoextracts and biocomposites

Phytoextract and heterogeneous active biocomposites enriched with it on the basis of CRH were received in this work. Antimicrobial properties of phytoextracts and biocomposites concerning the causative agent of pyoinflammatory processes - Staphylococcus aureus 209 were studied in vitro.

Keywords: phytoextracts, biocomposites, herbs, antimicrobial property, sorbent, functionalization.

На кафедре биотехнологии КазНУ им. аль-Фараби совместно с лабораторией гибридных технологий Института проблем горения КазНУ им. аль-Фараби и лабораторией клеточной биологии и микробиологии Аахенского Университета прикладных наук проводятся исследования по конструированию новых типов нанобиоконпозитов функционализацией сорбционных материалов, полученных путем высокотемпературной карбонизации вторичного растительного сырья

– косточек абрикоса, персика, скорлупы грецких орехов, рисовой и пшеничной шелухи клетками различных штаммов микроорганизмов. Полученные таким образом наноструктурированные биосорбенты (иначе говоря, биоконпозиты) обладают как свойствами носителей, так и использованного штамма.

Карбонизацию подготовленных образцов сырья (частицы размером 2 – 4 мм проводили в изотермических условиях при температурах от

500 до 900^oC. Модификацию образцов – во вращающемся реакторе, в инертной среде (аргон). Установлено, что такая обработка углеродного материала сопровождается увеличением количества пор и активных сайтов на поверхности сорбентов. Показано, что уже при температуре 500^oC на поверхности сорбентов начинается образование прозрачных тонких мембранных пленок толщиной (μ) 20-40 нм. При температуре 600^oC и времени карбонизации 30 мин. эти тонкие прозрачные пленки сворачиваются в углеродные одностеночные нанотрубки с толщиной (μ) 10 нм, диаметром (d) 400-500 нм, длиной (l) 1400 нм, а при последующем увеличении температуры до 700^oC и выше наблюдается образование фуллеренов – химически стабильных, замкнутых поверхностных структур, в которых атомы углерода расположены в вершинах правильных шестиугольников или пятиугольников, регулярным образом покрывающих поверхность сферы или сфероида. Полученные таким образом сорбенты, благодаря наличию на их поверхности макро-, мезо- и микропор, обладают высокой сорбционной активностью в отношении различных атомов и групп атомов, что позволяет использовать их в качестве сорбентов для извлечения ионов металлов, органических и неорганических поллютантов и т.д. из различных сред (вода, почва и т.д.). Функционализацией карбонизованных сорбентов путем прикрепления к ним агентов различного происхождения (химического или биологического) достигается специфичность и высокая целевая активность конструируемого нанобиокомпозита.

Использование микробных клеток в этом случае обусловлено тем, что они, с одной стороны, обладают высокой прикрепительной способностью, а с другой – широким спектром метаболических возможностей.

Для экономики Казахстана добыча нефти и ее переработка имеют важное стратегическое значение. Вместе с тем добыча нефти, ее транспортировка по железнодорожным и водным путям и последующая переработка сопровождаются значительными выбросами в окружающую среду высокотоксичных веществ.

Существующие физико-химические методы очистки почв и водоемов от нефти и нефтепродуктов, характеризуются высокой стоимостью, сложностью исполнения, вторичным загряз-

нением токсичными продуктами и твердыми остатками.

Наиболее перспективными на сегодняшний день представляются методы биоремедиации (восстановления) загрязненных объектов внешней среды при помощи биопрепаратов на основе штаммов микроорганизмов, способных использовать органические загрязнители в качестве источника углерода и сорбировать тяжелые металлы из различных сред.

Сложность биодеструкции нефтепродуктов микроорганизмами заключается в многокомпонентности и разнородности составляющих их веществ, поэтому предпочтительным для очистки почв и воды является создание биопрепаратов на основе консорциума микроорганизмов, способных окислять различные классы углеводородов.

Нами для создания биокомпозита-нефтедеструктора использовались 7 новых штаммов бактерий *Pseudomonas mendocina* H3, *Pseudomonas pseudoalcaligenes* H7, *Pseudomonas stutzeri* H10, *Pseudomonas alcaligenes* H15, *Pseudomonas pseudoalcaligenes* H16, *Pseudomonas mallei* 36K и *Micrococcus luteus* 37K из коллекции кафедры, которые были выделены из нефтезагрязненных почв Кумкольского месторождения нефти.

Для конструирования биокомпозита – нефтедеструктора клетки микроорганизмов иммобилизовали на поверхность КРШ, полученной при температуре 700^oC.

Анализ ИК-спектрограмм культуральной среды, содержащей нефть, до и после роста на ней свободных и иммобилизованных клеток углеводородоксилирующих микроорганизмов свидетельствовало о заметной деструктивной активности свободных и иммобилизованных клеток, причем, иммобилизованные на КРШ клетки утилизировали нефть более интенсивно.

Установлено, что использование полученного таким образом биопрепарата, обеспечивает высокую концентрацию микробных клеток в зоне загрязнения, защиту их от действия высоких концентраций нефти и поскольку нефть сорбируется и носителем, заметно увеличивается ее доступность для клеток микроорганизмов. Кроме того, наносорбент сам по себе как минеральное вещество может использоваться микроорганизмами в качестве источника минерального питания. Вследствие суммарного действия всех этих факторов увеличивается скорость и эффективность ремедиационных процессов.

Результаты этих экспериментов легли в основу создания препаратов – биосорбентов для очистки почв (Жанажол), балластного слоя железнодорожных путей, водных акваторий (Ақтау), водоемов очистных сооружений, загрязненных различными токсикантами.

Несмотря на повышающиеся требования к степени очистки сточных вод и большие капиталовложения в очистные сооружения, ежегодное увеличение степени загрязненности водоемов в Казахстане составляет 4-5%. Кроме того, в настоящее время в воде большинства рек Казахстана наблюдается высокое содержание ионов тяжелых металлов, которые, накапливаясь в цепочке питания от микроорганизмов до ракообразных и рыб, оказывают вредное влияние на организм человека. Другая сторона вышеназванной проблемы – значительное накопление тяжелых и редких металлов в промышленных стоках и хвостохранилищах металлургических предприятий, извлечение которых могло бы дать большой экономический эффект.

Одним из путей решения этих проблем является конструирование биокомпозита на основе клеток микроорганизмов, иммобилизованных на твердых носителях, обладающего высокой кумулятивной активностью в отношении различных металлов. Поскольку для этого необходимо использовать сорбент, обладающий высокой прикрепительной способностью в отношении и микробных клеток, и ионов различных металлов, то подходящим кандидатом для конструирования искомого биокомпозита является карбонизованная рисовая шелуха (КРШ), на поверхности которой имеются карбоксильные, карбонильные, фенольные, аминные и другие группы, благодаря наличию которых, искомый сорбент способен сорбировать ионы свинца, кобальта, никеля, кадмия, меди и даже золота. Известно, что и среди микроорганизмов встречаются штаммы, отличающиеся повышенной сорбцией ионов различных металлов.

В коллекции кафедры биотехнологии имеются штаммы микроорганизмов, обладающие

высокой металлсорбирующей активностью, – *Rhodotorula glutinis* var. *glutinis*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Pseudomonas mendocina*, которые были выделены из сточных вод металлургического предприятия.

Иммобилизацией клеток вышеназванных штаммов микроорганизмов на КРШ нами была проведена функционализация карбонизованных сорбентов с целью получения биокомпозитов, способных активно извлекать различные металлы из разбавленных растворов (стоки и хвостохранилища металлургических предприятий) и использоваться для очистки канализационных, бытовых и промышленных сточных вод. Целевая активность сконструированных биокомпозитов была подтверждена в экспериментах с использованием лабораторной установки.

Согласно полученным результатам, в этих условиях из растворов свободными клетками металлсорбирующих микроорганизмов извлекаются более 70% ионов меди, кадмия и свинца. При использовании биокомпозита на основе клеток металлсорбирующих микроорганизмов, иммобилизованных на КРШ, этот показатель превышает 90%, причем, интенсивность этих процессов константна.

Таким образом, исследования по конструированию и использованию новых биокомпозитов с направленным действием на основе функционализации карбонизованных сорбентов с наноструктурированной поверхностью на основе вторичного растительного сырья – карбонизованной рисовой шелухи (КРШ) клетками микроорганизмов, обладающих целевой (специфической) метаболической активностью, показали перспективность данного подхода при создании эффективных биопрепаратов для решения ряда актуальных экологических проблем и расширили горизонты целенаправленного применения дешевого, экологически чистого, ежегодно возобновляемого вторичного растительного сырья – рисовой шелухи, скорлупы грецких орехов, виноградных и абрикосовых косточек и т. д.