

Н. И. Куликов, А. А. Эннан, В. В. Костик, С. К. Бабинец, М. Г. Бельдй

ВЫБОР НОСИТЕЛЯ ДЛЯ МИКРООРГАНИЗМОВ-ДЕСТРУКТОРОВ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НИШ БИОРЕАКТОРОВ

Показано, что физико-химическую характеристику состояния поверхностного слоя — краевой угол смачивания — можно использовать в качестве критерия оценки соответствия носителя для эффективной иммобилизации бактериальных клеток конкретной экологической ниши.

Современная биотехнология очистки воды ориентируется на использование носителей с развитой поверхностью для иммобилизации гидробактериот. Особенно важен выбор эффективного носителя для стадий, где работают исключительно микроорганизмы-деструкторы [1]. С одной стороны, физические свойства поверхности носителя влияют на состав сообщества микроорганизмов-деструкторов, поскольку адгезионные свойства бактериальных клеток и носителя взаимно зависимы. С другой стороны, носитель обладает адсорбционной способностью по отношению как к загрязнениям воды, так и к продуктам жизнедеятельности микроорганизмов [2].

В процессе метаболизма загрязнителей воды, трансформации соединений ферментными системами микроорганизмов-деструкторов существенное значение имеет массобмен, подача субстрата и удаление от бактериальных клеток продуктов жизнедеятельности. Форма носителя и его поверхностные свойства имеют при этом большое значение.

Для многих видов органических и минеральных соединений уже известны микроорганизмы-деструкторы, известны и их поверхностные свойства, как, например, гидрофильность или гидрофобность, ζ -потенциал, размер бактериальных клеток [3]. При очистке сложных, многокомпонентных, высококонцентрированных сточных вод заранее предсказать набор микроорганизмов-деструкторов бывает трудно или даже невозможно, и в таких случаях выбор вида носителя представляет сложную инженерную задачу. Обычно вначале получают накопительную культуру, используя образцы почвы или ил в местах длительного контакта сточных вод с грунтом, а также выпуска сточных вод в поверхностный водоем. Затем накопительную культуру закрепляют на носителе. Наблюдая за скоростью прироста микроорганизмов на различных носителях, а также за скоростью окисления примесей сточных вод иммобилизованным биоценозом, судят об эффективности работы микроорганизмов в прикрепленном состоянии. Воздействуя на иммобилизованный биоценоз различными по турбулентности потоками жидкости, судят о прочности прикрепления микроорганизмов.

Цель данной работы — выяснение возможности использования краевого угла смачивания в качестве критерия оценки соответствия носителя биоценозу конкретной экологической ниши.

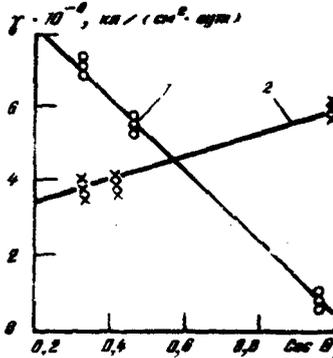
Объектами исследований служили суспензии микроорганизмов, выделенных из установки биологической очистки дымовых газов, образующихся при сжигании авиационного керосина, и анаэробного фильтра, в котором циркулировал имитат гальваностоков, содержащий мыла жирных кислот.

В качестве носителей использовали волокнистую насадку из лавсана, стекла, полиэтилена.

Иммобилизованные на насадке микроорганизмы извлекали из установок вместе с насадкой, затем смывали их одинаковым объемом физиологического раствора и осуществляли количественный учет аэробных и (или) анаэробных микроорганизмов-деструкторов методом предельных разведений [4]. Параллельно оценивали массу образцов, для чего микроорга-

низмы-образатели десорбировали с носителями дистиллированной водой, затем десорбат и носитель высушивали до постоянной массы. После этого определяли величину удельного обрастания носителя. Поскольку количественный учет бактерий-деструкторов коррелирует с величиной удельного обрастания носителя, но более оперативен в исполнении, основные результаты экспериментов представлены количеством закрепившихся микроорганизмов.

На кривых 1 и 2 (рисунок) показаны величины закрепившихся на различных носителях микроорганизмов, отобранных из двух изученных установок. Носители характеризовались величиной краевого угла смачивания ($\cos \theta$). Величину краевого угла смачивания материала носителя определяли по методике [5]. Использованный в экспериментах лавсан имел краевой угол смачивания $\cos \theta_n = 0,42$; полиэтилен — $\cos \theta_n = 0,36$; стекло — $\cos \theta_n = 0,96$.



Зависимость количества иммобилизованных клеток микроорганизмов (γ) от величины краевого угла смачивания ($\cos \theta$) носителя. Микроорганизмы выделены из установок биологической очистки отходящих газов (1) и биологической очистки гальваносток (анаэробного биофильтра) (2)

Как следует из рисунка, 1, количество закрепившихся аэробных микроорганизмов, выделенных из установки по очистке дымовых газов, тем выше, чем хуже смачиваемость поверхности носителя. Выделенные микроорганизмы-деструкторы гидрофобны, что согласуется с имеющимися литературными данными об адгезии гидрофобных клеток к гидрофобным поверхностям [6, 7].

Прямая зависимость количества закрепившихся анаэробных микроорганизмов (рисунок, 2) от краевого угла смачивания менее ярко выражена, хотя и отчетливо проявляется гидрофильность сульфатредукторов, какими являлись большинство штаммов анаэробного биоценоза.

Таким образом, используя физико-химический показатель состояния поверхности бактериальных клеток деструкторов (гидрофобность — гидрофильность), можно прогнозировать целесообразный вид носителя для их иммобилизации.

С другой стороны, размещая в различных точках аэробного или анаэробного биореактора различных по смачиваемости водой видов носителей и оценивая величину их обрастания в течение фиксированного промежутка времени, можно характеризовать данную экологическую нишу. Выделяя штаммы гидробионтов, оценивая их функциональную роль в деструкции примесей сточных вод, технолог получает информацию о ходе процесса в конкретных точках биореактора и может им управлять, корректировать подачу, например воздуха или биогенных элементов, а также вводить дополнительный субстрат.

N. I. Kulikov, A. A. Ennan, V. V. Kostik, S. K. Babinets, M. G. Beldii

SELECTION OF CARRIER FOR MICROORGANISM — DESTRUCTORS OF ECOLOGICAL NICHES OF BIOREACTORS

Summary

It was shown that such physicochemical characteristic of surface layer state as the boundary angle of wetting can be used as the estimation criterion of carrier correspondence for the effective immobilization of bacteria cells in the concrete ecological niche.

Physicochemical Institute of Environment and Human Protection
I. I. Mechnikov Odessa State University

1. Гвоздяк П. И. // Химия и технология воды.— 1989.— 11, № 9.— С. 854—856.
2. Никовская Г. Н. // Там же.— 1989.— 11, № 2.— С. 158—169.
3. Никовская Г. Н. // Тез. докл. Всесоюз. симп. Микробиология охраны биосферы в регионах Урала и Северного Прикаспия.— Оренбург, 1991.— С. 93.
4. Методы общей бактериологии / Под ред. Ф. Гергардта.— М.: Мир, 1984.— 264.
5. Практикум по коллоидной химии / Под ред. Р. Э. Неймана.— М.: Высш. шк., 1972.— 175 с.
6. Никовская Г. Н., Гордиенко А. С., Глоба Л. И. // Микробиология.— 1986.— 55, № 4.— С. 691—694.
7. Кривец И. А., Настоящая Н. И., Ставская С. С. // Химия и технология воды.— 1992.— 14, № 7.— С. 547—551.

Физико-хим. ин-т защиты окружающей среды
и человека при Одес. госун-те им. И. И. Мечникова

Поступила
23.06.94

УДК 628.163

Л. И. Глоба, М. В. Боброва, Н. Б. Загорная, Г. Н. Никовская

ОЧИСТКА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ ОТ ФЕНОЛА ИММОБИЛИЗОВАННЫМ ПРЕСНОВОДНЫМ БИОЦЕНОЗОМ

Изучена эффективность самоочищения воды р. Днестр от фенола природным биоценозом, иммобилизованным на волокнистой насадке типа «ВИЯ» в виде обрастания.

Показано, что природный биоценоз способен утилизировать до 250 мг/дм³ находящегося в воде фенола. Отмечена прямая зависимость степени очистки от длительности пребывания фенола в биореакторе.

Одним из наиболее ядовитых загрязнителей природной воды является фенол, который поступает в водоемы с неочищенными или недостаточно очищенными сточными водами предприятий химической, деревообрабатывающей и других отраслей промышленности, а также вследствие отмирания и распада водорослей.

Фенол не удаляется в процессе коагуляционной обработки воды, не может извлекаться путем адсорбции, разрушаться под действием окислителей (озона, хлора) или утилизироваться микроорганизмами. Наиболее рациональным способом удаления фенола из воды может быть биологический. Биологические процессы обработки природной воды в сочетании с физико-химическими широко используют в Европе в технологических схемах водоподготовки [1]. Данные об очистке природной воды от фенола иммобилизованным на носителе пресноводным биоценозом рек отсутствуют.

Известно [2—4], что через некоторое время после введения в речную воду волокнистого носителя типа «ВИЯ» на нем образуется обрастание, улучшающее качество воды по многим показателям.

Сущность данной биотехнологии заключается в увеличении эффективности самоочищения воды повышением концентрации естественной биомассы в единице объема водотока за счет иммобилизации природных сообществ гидробионтов на носителях.

Показано также [5], что интенсивность самоочищения природных водоемов зависит от количества фенолоксилирующих микроорганизмов, концентрации фенола, скорости его поступления и гидравлической характеристики водоема.

Фенолы в воде р. Днестр обнаруживаются во все сезоны года на протяжении всей реки. Концентрация летучих фенолов в воде колеблется от 2,6 до 18,0 мкг/дм³, а нелетучих достигает десятков мг/дм³. Загрязнение фенолом воды Днестра недопустимо высокое, что может губительно влиять на жизнедеятельность гидробионтов [5].