

УДК 628.353.153

БИОДЕСТРУКЦИЯ КСЕНОБИОТИКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ

А.А. Гончарова, магистрант 2 курса, гр. ХТм-151
Научный руководитель: А.Ю. Игнатова, к.б.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
им. Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Одной из острых экологических проблем являются сточные воды химических предприятий, которые содержат в своем составе различные химические вещества. Вода многих водных объектов не соответствует нормативным требованиям. Как следствие загрязнения водных источников возникает проблема качественной подготовки питьевой воды.

В технологиях защиты окружающей среды (например, очистка сточных вод) часто используются генномодифицированные микроорганизмы. Это вызывает опасения в отношении их поведения в окружающей среде, возникает возможность загрязнения среды обитания такими организмами [1].

Цель работы – разработка экологически безопасного и эффективного биологического способа очистки промышленных сточных вод от химических загрязнений.

Главная задача исследований – стимуляция естественных ассоциаций микроорганизмов-деструкторов путем создания оптимальных для них условий.

Стимуляцию естественных ассоциаций микроорганизмов проводили путем их иммобилизации на растительных носителях. В качестве иммобилизатора мы использовали соломенную резку и опилки, которые служат дополнительным источником питания для микроорганизмов, помогая адаптироваться к высоким концентрациям загрязняющих веществ [2].

В экспериментах исследовали сточную воду и активный ил предприятия ОАО «Кокс», г. Кемерово.

Сточные воды, поступающие на очистные сооружения, содержат фенол в концентрации 180-420 мг/л, смолистые вещества 36-125 мг/л, пиридин 29-135 мг/л, роданиды, аммиак, цианиды и др.

Ранее нами были выявлены микроорганизмы активного ила очистных сооружений, способные осуществлять эффективное разложение фенола при высоких концентрациях, изучена их выживаемость при иммобилизации на растительных субстратах.

На начальном этапе исследований был проведен выбор иммобилизаторов для закрепления микроорганизмов и оценка эффективности очистки воды от загрязняющих веществ с использованием иммобилизованной микрофлоры.

Для иммобилизации, в колбы объемом 250 мл вносили 10 г носителя (соломы или опилок) и 100 мл активного ила с исходной численностью микроорганизмов 10^6 кл/мл. Суспензию вместе с адсорбентом выдерживали в течение 7 ч без перемешивания при комнатной температуре 18-20 °С. Носители с иммобилизованной микрофлорой помещали в капсулы из капроновой ткани, затем добавляли сточную воду и выдерживали при комнатной температуре в течение 7 дней. В качестве контроля использовали водопроводную воду, в которую добавляли активный ил.

Максимальная численность микроорганизмов была зарегистрирована на 3 и 4 сутки проведения эксперимента с использованием в качестве иммобилизатора соломы и составила величину $8,7 \cdot 10^{10}$ кл/мл. В экспериментах с использованием опилок в качестве носителя численность микроорганизмов достигала 10^9 кл/мл. В водопроводной воде идет быстрое отмирание клеток за счет их автолиза. На 3 сутки содержание микроорганизмов снижается до $6,2 \times 10^4$ кл/мл, а уже на 7 сутки падает до нуля.

Общую численность микроорганизмов определяли чашечным методом Коха. Концентрацию фенола в среде определяли спектрофотометрически (СФ-40) при $\lambda = 272$ нм. Калибровочную кривую строили для водного раствора фенола. Для определения ХПК использовали метод окисления бихроматом, согласно ПНД Ф 14.1;2.100-97. Определение аммиака общего проводили согласно ПНД Ф 14.1:2.1-95 (Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера) [3].

При действии высоких концентраций фенола на ассоциации микроорганизмов, иммобилизованных на растительных субстратах, снижение количества микробных тел не происходит.

На втором этапе эксперименты проводились на разработанной лабораторной установке.

При разработке модельной установки за основу взят тип реактора с неподвижной биопленкой. В этом случае биомасса микроорганизмов растет на поверхности насадки. Насадка должна иметь высокую удельную поверхность для увеличения площади, пригодной для роста микроорганизмов, и большую пористость, способствующую прохождению воздуха и жидкости. Входной поток сточной жидкости, прошедшей предварительное отстаивание, вводится с помощью распределительного устройства.

Для повышения производительности системы очистки нами выбран режим рециркуляции. Рециркуляция включает разбавление входных стоков выходными стоками. При этом коэффициент рециркуляции был постоянным и составил 1:1.

Для сборки установки были выбраны пластиковые емкости объемом 10 л. Каждая емкость закрывается крышкой для уменьшения испарения воды и устранения запаха. Установка находится на специальном стенде в виде каскада емкостей на разных уровнях, что позволяет жидкости стекать из одной емкости в другую через трубопроводы с помощью регулирующих устройств (кранов).

Период процесса очистки составил 3 суток, затем очищенная вода сливалась из установки. Очередную порцию сточной воды заливали в установку без замены насадочного материала.

Пробы очищенной воды отбирались каждые сутки. Был проведен анализ на содержание фенола, общую численность микроорганизмов и показатель ХПК. Пробы отбирали из бака биологической очистки, в котором находится насадочный материал с биопленкой. Пробы воды для определения фенола брали с помощью пробоотборника. Результаты эксперимента представлены в табл. 1,2.

Таблица 1

1 цикл очистки

Время, сут.	Иммобилизатор солома				Иммобилизатор опилки			
	Численность микроорганизмов, кл/мл	Концентрация фенола, мг/л	ХПК, мг О ₂ /л	НН ₃ , мг/л	Численность микроорганизмов, кл/мл	Концентрация фенола, мг/л	ХПК, мг О ₂ /л	НН ₃ , мг/л
1 сутки	2,3×10 ⁶	301±2,5	1930	550	2,1×10 ⁶	300±2,5	1935	540
2 сутки	4,5×10 ⁸	65±0,43	886	168,5	7,4×10 ⁷	88±1,72	944	189
3 сутки	5,7×10 ⁸	1,3±0,03	332	55	2,7×10 ⁸	2,1±0,03	432	73

Таблица 2

2 цикл очистки

Время, сут.	Иммобилизатор солома				Иммобилизатор опилки			
	Численность микроорганизмов, кл/мл	Концентрация фенола, мг/л	ХПК, мг О ₂ /л	НН ₃ , мг/л	Численность микроорганизмов, кл/мл	Концентрация фенола, мг/л	ХПК, мг О ₂ /л	НН ₃ , мг/л
1 сутки	3,3×10 ⁷	300±2,02	1955	540	2,9×10 ⁶	305±2,04	1963	560
2 сутки	4,7×10 ⁸	98±0,14	895	151,5	9,4×10 ⁷	102±1,23	975	176
3 сутки	6,8×10 ⁹	2,4±0,02	415	42	3,7×10 ⁹	8,2±0,01	560	64

Данные таб. 2 показывают возможность использования растительных иммобилизаторов (соломы и опилок) повторно в нескольких циклах. При этом сохраняется деструктивный потенциал системы и достигается высокая степень очистки от органических и неорганических соединений.

Выводы:

1. Исследования, приближенные к производственным условиям, показали эффективность очистки сточных вод от органических и неорганических веществ с использованием экспериментальной установки и микроорганизмов, иммобилизованных на растительных материалах.

2. Реализация разрабатываемого способа возможна на предприятиях химической промышленности. Применение биотехнологий значительно дешевле традиционных методов, при этом утилизацию загрязнителей можно произвести без накопления токсичных веществ, т.к. конечные продукты жизнедеятельности микроорганизмов-деструкторов – простые соединения, в частности углекислый газ и вода.

Список литературы:

1. Новоселова А.А. Применение естественных биокаталитических систем бактерий в практике очистки сточных вод / А.А. Новоселова, М.Л. Лесина // Материалы Международной молодежной конференции «Биокаталитические технологии и технологии возобновляемых ресурсов в интересах рационального природопользования». – 10-12 сентября 2012 г. – Кемерово, КемТИПП – 2012 г. – С. 34-37.

2. Новоселова А.А., Лесина М.Л. Биодеструкция ксенобиотиков промышленных сточных вод с использованием иммобилизаторов / Материалы инновационного конвента «Кузбасс: Образование. Наука. Инновации». – Кемерово. – 2013 г. – Т. 1. – С. 113-138.

3. Игнатова А.Ю., Новоселова А.А., Папин А.В. Метод повышения эффективности биологической очистки сточных вод химических производств // Вода и экология. Проблемы и решения. – 2016. – № 1. – С. 37-51.