



1 – контроль; 2 – после цеха механической очистки; 3 – в первичном отстойнике;
4 – в 1-ой секции аэротенка; 5 – во 2-ой секции аэротенка; 6 – в 3-ей секции аэротенка;
7 – в 4-ой секции аэротенка; 8 – во вторичном отстойнике

Рисунок 3 – Изменение индекса токсичности сточных вод по подвижности клеток *E. gracilis* в процессе биологической очистки на МОС-1

Полученные данные указывают на то, что методы биотестирования подвижности и выживаемости клеток *E. gracilis* дают сходные результаты, при этом длительность анализа токсичности проб методом биотестирования подвижности клеток – 15 мин, выживаемости – 24 ч. Метод оценки подвижности клеток проявляет более высокую чувствительность к присутствию ингибирующих веществ и более информативен, так как позволяет наблюдать эффекты ингибирования, активации и гибели клеток. Это дает возможность использовать его для быстрой оценки эффективности и регуляции процессов водоочистки на городских очистных сооружениях.

Список использованных источников

1. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие: в 2 т. / А. Е. Кузнецов [и др.]. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2010. – Т. 1. 629 с.; Т. 2. – 485 с.
2. Игнатенко А.В. Биозкологический контроль безопасности сточных вод // Водные ресурсы и климат: материалы докладов V Международного Водного Форума: в 2 ч. – Минск: БГТУ, 2017. Ч. 2. С. 151–154.
3. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М.: АКВАРОС, 2003. 512 с.
4. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / под ред. О. П. Мелеховой, Е. И. Егоровой. М.: Изд. центр «Академия». 3-е изд. 2010. 288 с.
5. Сазановец М. А., Игнатенко А. В. Анализ детоксикации водных сред методом биотестирования // Труды БГТУ. Сер. 2. Химия, технология орган. в-в и биотехнология. Минск: БГТУ. 2014. № 4: С. 179–182.

УДК 577.114.083

О. К. Гладкая, О. В. Павлова

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

СОРБЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ХИТОЗАНА К ОРГАНИЧЕСКИМ СОЕДИНЕНИЯМ

Фенол является органическим загрязнителем, присутствующим в стоках различных промышленных предприятий, таких как стекольное производство, производство полимерных смол, нефтепереработка, целлюлозно-бумажное производство и фармацевтическая промышленность. Даже в низких концентрациях сброс фенольных соединений может привести к серьезным повреждениям окружающей среды [1].

Для очистки промышленных сточных вод используется множество методов и технологий, позволяющих снижать антропогенную нагрузку на водные объекты (таких как флота-

ция, гиперфльтрация, обратный осмос и др.). Очистка сточных вод, как правило, завершается использованием различных сорбентов. В настоящее время используют сорбенты на основе активированного угля, природных материалов, наноматериалов и др. Многие из них являются достаточно эффективными и обладают высокой сорбционной емкостью, однако сорбенты, изготовленные из вторичного сырья могут оказаться более перспективными и экономически выгодными. Использование таких материалов может решить сразу несколько проблем: утилизация отходов и эффективная очистка воды. Адсорбция, осуществляемая производными полисахаридов, таких как хитозан, может быть альтернативой традиционным методам дезактивации воды, экстракции и разделения соединений. Благодаря таким свойствам, как низкая токсичность и биоразлагаемость при помощи ферментов и микроорганизмов, а также способности связываться с различными молекулами органической и неорганической природы посредством физических и химических взаимодействий, хитозан не только не оказывает негативного влияния на окружающую среду, но и эффективно может быть использован для ее очистки.

Важными свойствами хитозана являются гигроскопичность, способность к набуханию. Хитозан хорошо набухает и прочно удерживает в своей структуре растворитель, а также растворенные и взвешенные в нем вещества. Поэтому в растворенном виде хитозан обладает намного большими сорбционными свойствами, чем в нерастворенном [2].

Хитозан является продуктом деацетилирования хитина, т.е. отщепления ацетильной группировки от остатков уксусной кислоты. Молекулярная масса и степень деацетилирования хитозана влияют на растворимость – одно из важнейших свойств, определяющих во многих случаях возможность его применения.

Целью работы является определение сорбционной способности хитозана к фенольным соединениям.

Материалы и методы. Определение концентрации фенола в воде проводили методом броматометрического титрования. Для анализа отбирают аликвоту (10 мл) раствора. Прибавляют 12 мл бромат-бромидной смеси, 10 мл 1М раствора серной кислоты, закрывают пробкой и оставляют на 30 мин. Затем прибавляют 1 г иодида калия и снова закрывают пробкой. Через 5 мин титруют выделившийся йод раствором тиосульфата натрия 0,02 М, прибавляя в конце титрования, когда окраска раствора станет светло-желтой, 2-3 мл раствора крахмала. Титрование продолжают до исчезновения синей окраски раствора. Определение содержания фенола в растворах, подвергшихся обработке хитозаном и в чистых растворах фенола проводили в трехкратной повторности. Концентрацию (мг/л) фенола рассчитывали по формуле:

$$C(C_6H_6OH) = \frac{C(Na_2S_2O_3)(V_2 - V_1)M(1/6 \cdot C_6H_6OH)}{1000} \cdot \frac{1000}{V_{np}}$$

Для сорбционной очистки воды, использовали сухой хитозан (продукт, полученный путем деацетилирования хитина), раствор хитозана в уксусной кислоте 1%, раствор хитозана в лимонной кислоте 1%. Для этого к 25 мл модельной сточной воды добавляли 0,1 г сухого хитозана или раствор хитозана в органической кислоте, выдерживали при температуре 30°C и экспозиции 1 час. После этого раствор фильтровали и определяли содержание оставшегося после сорбции фенола.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика сорбционной способности хитозана к фенолу

Сорбент	Концентрация фенола, мг/л	Сорбционная способность, %
Сухой хитозан	318,78±1,86	12,86
1% раствор хитозана в уксусной к-те	245,61±1,13	32,86
1% раствор хитозана в лимонной к-те	235,16±1,76	35,71

В результате проведенного исследования было выявлено, что при использовании сухого хитозана в растворах, содержащих фенол, навеска хитозана массой 0,1 г поглощает

до 12,86% фенола от всего содержащегося вещества в растворе объемом 0,25 л., тогда как 1% раствор хитозана в уксусной кислоте поглощает до 32,86 %, а 1% раствор хитозана в лимонной кислоте поглощает до 35,71% фенола от всего содержащегося вещества в растворе объемом 0,25 л.

С целью уменьшения агрессивного воздействия на окружающую среду при одновременном сокращении материальной составляющей, связанных с технологическим процессом получения конечного продукта, проведен эксперимент по выявлению возможности многократного использования хитозана и оценки кратности его применения в сухом виде для сорбции органических соединений.

Для оценки эффективности многократного использования, промытый водой хитозан, фильтровали, высушивали при температуре 20⁰С, гомогенизировали и использовали для определения кратности его применения для сорбции фенольных соединений.

Таблица 2 – Кратность использования сухого хитозана для сорбции фенола

Модель	Концентрация фенола, мг/л	Эффективность, %
Var1	318,78±1,86	12,86
Var2	330,27±1,65	9,71
Var3	355,36±1,81	2,86

Примечание: Var1 – раствор фенола + сухой хитозан (первое использование); Var2 – раствор фенола + сухой хитозан (второе использование); Var3 – раствор фенола + сухой хитозан (третье использование)

На основании полученных данных, можно сделать вывод о целесообразности использования хитозана в процессе очистки сточных вод от фенольных соединений. При этом, необходимо отметить, что в растворенном виде хитозан обладает намного большими сорбционными свойствами, чем в сухом.

Экспериментально установлено, что остаточная сорбционная активность при повторном использовании хитозана для сорбции фенола из сточной воды достаточно высока и составляет для сухого хитозана – 75,5%.

Список использованных источников

1. Тарановская, Е.А. Очистка сточных вод с применением хитозана / Е.А. Тарановская, Н.А. Собгайда, И.Н. Алферов, П.В. Морев // 2 Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 10 (185) – С.322-325
2. Павлова, О.В. Оптимизация режимов деминерализации хитинсодержащего сырья в технологии получения хитозана из мицелиальных грибов рода *Aspergillus* / О.В. Павлова, С.С. Ануфрик, С.Н. Анучин // Веснік ГрДУ імя Янкі Купалы. Сер 6. Тэхніка. – 2017. – Т. 7. – № 1. – С.75 – 82.

УДК 628.3

Л.А. Шибека, доц., канд. хим. наук; В.О. Синькевич, студ.
БГТУ, г. Минск

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СКОПА В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ КРАСЯЩИХ ВЕЩЕСТВ

Предприятия по изготовлению бумаги и картона относятся к числу промышленных объектов, оказывающих значительное воздействие на водные ресурсы. Обусловлено это особенностями технологического процесса производства продукции и, в первую очередь, стадией получения волокнистой массы и формирования бумажного полотна на бумагоделательной машине.