

9. Noshiro M. Ullrich V., Omura T. Cytochrome b5 as electron donor for oxycytochrome P-450 // *European Journal of Biochemistry*. – 1980. – Vol. 116. – P. 521.

10. Brunstrom A., Ingelman-Sundberg M. Benzo(a)pyrene metabolism by purified forms of rabbit liver microsomal cytochrome P-450, cytochrome b₅ and epoxide hydrolase in reconstituted phospholipid vesicles // *Biochemical and Biophysical Research Communications*. – 1980. – Vol. 97. – P. 582–584.

11. Omura T., Sato R. The carbon monoxide-binding pigment of liver microsomes. 1. Evidence for its hemoprotein nature // *J. Biol. Chem.* – 1964. – Vol. 239. – P. 2370–2378.

УДК 621.928.97 (088.8)

Н.С. Ручай, доцент; И.А. Гребенчикова, инженер; Е.И. Грушова, доцент

БИОСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ И ЖИДКИХ ОТХОДОВ ГИДРОЛИЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Sorption properties of different carriers towards bacterial microflora and furfural as a main component of hydrolysis production gaseous wastes were investigated. The efficiency of furfural removal from water phase using immobilized microflora was determined. The advisability of carbon fibres as a carrier in the furfural removal processes from gaseous and liquid hydrolysis production wastes was shown.

Гидролизные производства отличаются наличием больших количеств парогазовых выбросов (ПГВ), в составе которых фурфурол, метанол, уксусная кислота и другие примеси, а также фурфуролсодержащих конденсатов. В расчете на 1 т перерабатываемого сухого древесного сырья ПГВ содержат 3–6 кг фурфурола, около 1 кг органических кислот, 0,5 кг метанола [1]. На действующих предприятиях ПГВ частично очищают в конденсационных установках. Наиболее эффективны биологические методы очистки газовых выбросов, которые основаны главным образом на абсорбции загрязняющих компонентов жидкостью, содержащей микроорганизмы, или адсорбции загрязнителей растительными (торф, измельченный камыш и др.) либо синтетическими (полиамидное волокно) материалами, орошаемыми питательным раствором, обеспечивающим развитие микрофлоры [2].

В настоящей работе поставлена задача создания биосистемы с иммобилизованной микрофлорой, обеспечивающей эффективную очистку парогазовых выбросов или жидких отходов гидролизного производства, основным токсичным компонентом которых является фурфурол.

В основу нами положено предположение, что при биосорбционной очистке газов или жидкостей иммобилизованной на носителе микрофлорой наиболее эффективными будут биосистемы, у которых носитель не только удерживает на своей поверхности значительное количество микробных клеток, но и способен одновременно к эффективной сорбции деструктурируемых микрофлорой компонентов.

Для решения поставленной задачи эксперимент проводили в несколько этапов: экспериментальный подбор носителей с высокой сорбционной способностью по бактериальной микрофлоре; оценка сорбционной емкости носителей по основному компоненту газовых выбросов гидролизного производства – фурфуролу; определение эффективности удаления фурфурола из водной фазы микрофлорой, иммобилизованной на носителе. Все эксперименты осуществляли в идентичных по основным параметрам условиях. В качестве носителей использовали насадку «ВИЯ» (полиамидное волокно),

углеродные волокна У-6М (увисорб) и БТ-7 (бусофит), аминоцеллюлозу, уголь активированный марки АР-3, волокно «Войлокарб», вискозное волокно, мох, угольный материал на основе целлюлозы. Выбор носителей производили исходя из имеющихся в литературе сведений или собственных предположений о способности этих материалов к удержанию на своей поверхности микробных клеток.

Иммобилизацию клеток и процесс сорбции фурфурола на носителях исследовали в качалочных колбах, используя бактерии *Pseudomonas aeruginosa* и модельные водные растворы фурфурола. Содержание фурфурола в водных растворах определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «Хром-4» с детектором по ионизации в пламени. Использовали микронабивную стеклянную колонку длиной 1,5 м с неподвижной фазой ХЕ-60 на инертоне. В рабочем интервале концентраций (0,01–0,40%) фурфурол определяли прямым хроматографированием очищенных от взвешенных веществ жидких проб при температуре колонки 120°C. Относительная ошибка определения фурфурола – до 4%.

Фурфурол отличается сильным ингибирующим действием на аэробную микрофлору. В иммобилизованном состоянии клетки микроорганизмов менее чувствительны к негативному воздействию фурфурола. Результаты эксперимента по деструкции фурфурола иммобилизованной на насадке «ВИЯ» спонтанно развивающейся в сточной воде микрофлорой представлены на рис. 1. Эксперимент показал, что средняя скорость деструкции фурфурола составляет 0,12 г/л·ч. В присутствии фурфурола иммобилизованная микрофлора сохраняет высокую активность, о чем свидетельствует снижение показателя загрязненности сточной воды – химического потребления кислорода (ХПК).

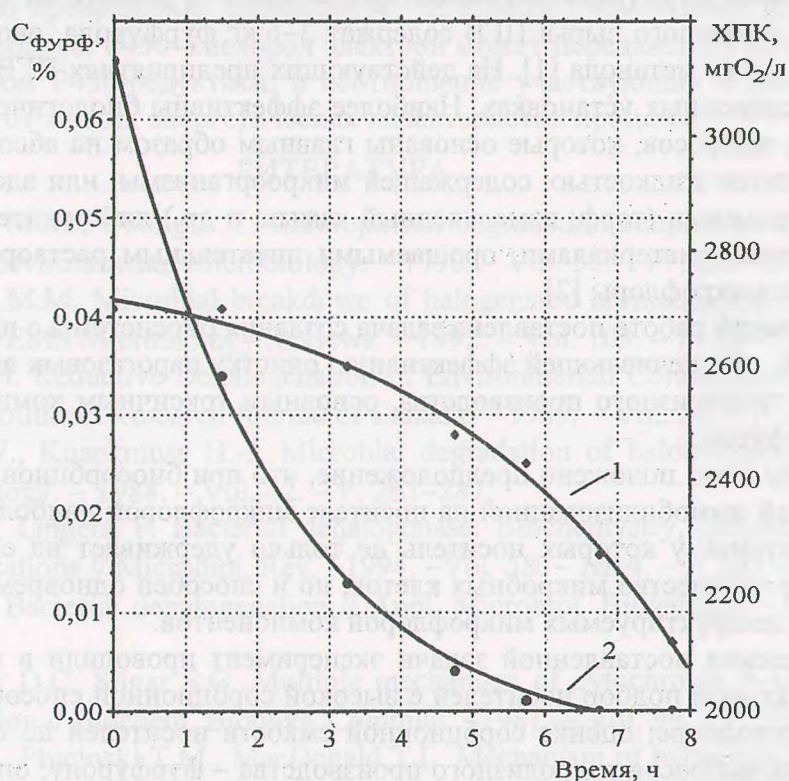


Рис. 1. Динамика биотрансформации фурфурола иммобилизованной микрофлорой в аэробных условиях: 1 – ХПК сточной воды; 2 – фурфурол

Оценку сорбционной способности носителей по микробным клеткам осуществляли исходя из изменения оптической плотности модельной суспензии бактерий *P. aeruginosa* и прироста сухой массы образца носителя. На основании оценки изменения оптической плотности микробной суспензии, прироста массы носителей и визуальных наблюдений за изменением их структуры для дальнейших исследований отобраны пять наиболее эффективных носителей (углеродные волокна У-6М и БТ-7, уголь активированный марки АР-3, волокно «Войлокарб», насадка «ВИЯ»). Среди отобранных носителей наибольшей эффективностью отличаются углеродные волокна БТ-7, У-6М. Сорбционная емкость углеродного волокна У-6М по микробным клеткам достигает 280 мг сухой клеточной массы на 1 г носителя. Для остальных носителей из числа отобранных этот параметр колеблется в пределах 110–174 мг/г (рис. 2).

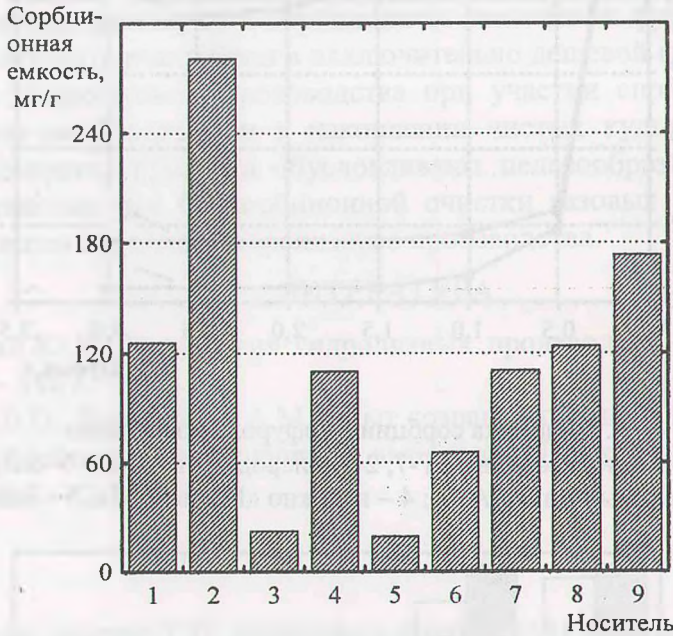


Рис. 2. Сорбционная емкость носителей по клеточной массе:

- 1 – аминокеллюлоза; 2 – углеродное волокно У-6М; 3 – вискозное волокно;
 4 – углеродное волокно БТ-7; 5 – угольный материал на основе целлюлозы;
 6 – уголь активированный марки АР-3; 7 – насадка «ВИЯ»; 8 – мох; 9 – волокно «Войлокарб»

Исследованные носители сильно различаются по способности к сорбции фурфурола (рис. 3). В наименьшей степени сорбирует фурфурол насадка «ВИЯ» (5% от исходного количества в растворе), а наибольшей сорбционной способностью обладают углеродные волокна У-6М и БТ-7 (соответственно 95% и 90% от исходного количества фурфурола), которые поглощают фурфурол из водного раствора в количестве 900–980 мг/г. Высокая степень сорбционного извлечения фурфурола из водного раствора этими носителями достигается в течение времени контакта 1,5–2 ч.

Процесс деструкции фурфурола иммобилизованной микрофлорой моделировали, используя в качестве питательной среды сточную воду гидролизного производства, а в качестве микроорганизмов-деструкторов – спонтанно развивающуюся в сточной воде аэробную микрофлору. Установлено (рис. 4), что присутствие микрофлоры ускоряет процесс удаления фурфурола и повышает его эффективность до 98% при времени контакта 0,5–1 ч.

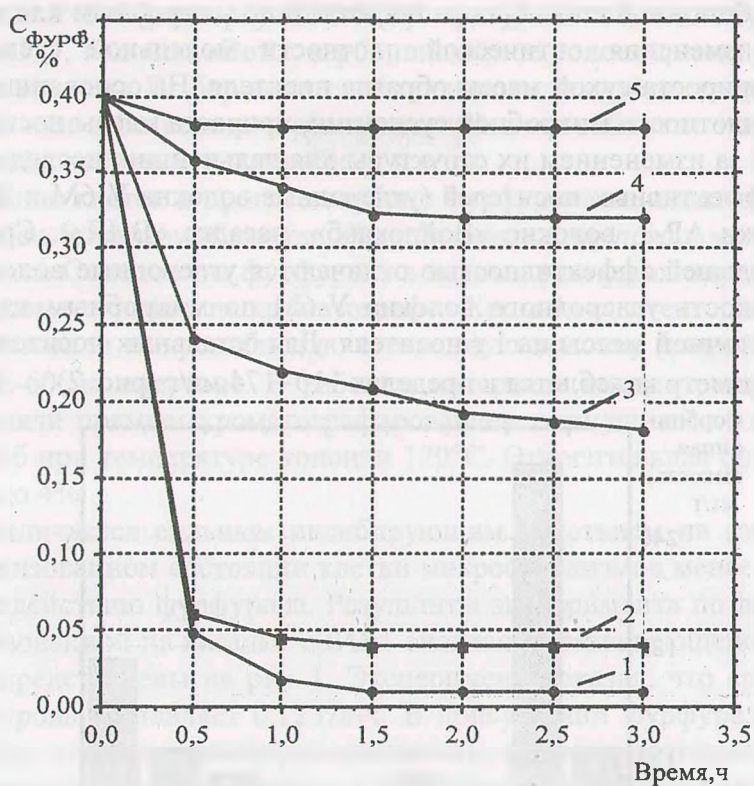


Рис. 3. Динамика сорбции фурфурола носителем:
 1 – углеродное волокно БТ-7; 2 – углеродное волокно У-6М;
 3 – уголь активированный марки АР-3; 4 – волокно «Войлокарб»; 5 – насадка «ВИЯ»



Рис. 4. Эффективность удаления фурфурола:
 1 – углеродное волокно У-6М; 2 – углеродное волокно БТ-7;
 3 – уголь активированный марки АР-3; 4 – волокно «Войлокарб»; 5 – насадка «ВИЯ»

Сопоставляя результаты экспериментов, можно сделать вывод, что основной вклад в процесс удаления фурфурола из раствора обеспечивает сорбция его носителем и достигнуть успеха можно без участия микрофлоры. В действительности носитель способен сорбировать ограниченное количество фурфурола (до полного насыщения), а микрофлора, закрепленная на носителе, обеспечивает его биологическую регенерацию, осуществляя деструкцию фурфурола, и, таким образом, делает возможным длительное непрерывное функционирование биосистемы без термической регенерации носителя или его замены.

Проведенные исследования показали, что для создания биосистемы с иммобилизованной микрофлорой, обеспечивающей эффективную деструкцию фурфурола, целесообразно использовать в качестве носителя углеродные волокна (У-6М, БТ-7), которые непосредственно участвуют в сорбционном извлечении фурфурола из водной фазы. Процесс может быть реализован в исключительно дешевой ферментационной среде – сточной воде гидролизного производства при участии спонтанно развивающейся микрофлоры (нет необходимости в накоплении чистых культур микроорганизмов). Указанные достоинства процесса обуславливают целесообразность разработки промышленной установки для биосорбционной очистки газовых выбросов или жидких фурфуролсодержащих отходов гидролизного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Холькин Ю.И. Технология гидролизных производств.– М.: Лесная промышленность, 1989.– 496 с.
2. Попов В.О., Безбородов А.М. Опыт создания промышленной технологии микробиологической очистки газовоздушных выбросов // Прикл. биохимия и микробиол.– 1999.– Т. 35. – № 5.– С. 570–577.

УДК 663.53

В.Н. Леонтьев, доцент; Т.И. Ахрамович, ассистент; Н.И. Герасимчик, студентка;
Т.М. Кривенкова, мл. науч. сотрудник НТЦ РУП «МБИ»;
К.М. Белявский, директор НТЦ РУП «МБИ»;
А.М. Босенко, зав. лабораторией ОАО «Белмедпрепараты»

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЕЛЬ-ХРОМАТОГРАФИИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АМИЛОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

The application of method of gel-filtration for perfection technology of amylolytic enzymes preparations has done.

В последнее время амилолитические ферментные препараты находят все более широкое применение в народном хозяйстве Республики Беларусь. Амилазы используются почти во всех областях, где перерабатывается крахмалсодержащее сырье. Самыми большими потребителями амилолитических ферментов являются спиртовая и пивоваренная промышленности, где в настоящее время солод (проросшее зерно) успешно заменяют амилолитическими ферментными препаратами. Эти препараты также используются в хлебопечении, крахмалопаточном производстве для получения различных видов патоки, глюкозы, в текстильной промышленности как добавки, улучшающие качество тканей при окрашивании. В настоящее время уделяется внимание использованию