(выращивание посадочного материала); в флористических центрах; при уходе за комнатными растениями в бытовых условиях.

Библиографический список

Базарнова Н.Г., Маркин В.И., Колосов П.В., Катраков И.Б., Калюта Е.В., Чепрасова М.Ю. Методы получения лигноуглеводных композиций из химически модифицированного растительного сырья // Российский химический журнал. 2011. Т. LV, №1. С. 4–9.

Базарнова Н.Г., Катраков И.Б., Маркин В.И., Верещагина Т.В., Жилина И.Н., Уткова Е.А., Борисова Г.И., Семенков А.А. Росторегулирующие полимерные композиции на основе химически модифицированного растительного сырья для выращивания овощных культур, производимых тепличными технологиями // Вестник алтайской науки. 2013. №1. С. 39–42.

Калюта Е.В., Мальцев М.И., Маркин В.И., Катраков И.Б., Базарнова Н.Г. Исследование влияния карбоксиметилированного растительного сырья на активность прорастания яровой мягкой пшеницы // Химия растительного сырья. 2013. №3. С. 249–253.

УДК 547:54-732:630*8:661.728:662.63:665

В.И. Маркин[1], С.В. Курланова[1], Т.Н. Ильичева[2], Н.Г. Базарнова[1], П.В. Колосов[1]

[1]Алтайский государственный университет (Барнаул, Россия)

[2]Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» (Кольцово, Новосибирская область, Россия)

БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ СОРБЕНТЫ НЕФТИ

Изучена возможность использования карбоксиметилированной древесины сосны, полученной суспензионным способом, в качестве сорбента нефтепродуктов и бактерий нефтедеструкторов *Rhodococcus equi, Micrococcus flavus*. Показано, что карбоксиметилированные производные из древесины сосны с содержанием карбоксиметильных групп 10,2–12,5%, обладающие нефтеемкостью 6,1–6,5 г/г, превышают нефтеемкость исходной древесины сосны почти в 1,5 раза. Использование бактерий-нефтедеструкторов для регенерации сорбента делает возможным многократное использование сорбентов.

Ключевые слова: древесина, нефть, *Rhodococcus equi, Micrococcus flavus*, карбоксиметилирование, сорбенты.

V.I. Markin[1], S.V. Kurlanova[1], T.N. Il'icheva[2], N.G. Bazarnova[1], P.V. Kolosov[1]

[1]Altai State University (Barnaul, Russia)

[2]State Research Center of Virology and Biotechnology VECTOR (Koltsovo, Novosibirsk Region, Russia)

BIODEGRADABLE OIL SORBENTS

The possibility of using carboxymethyl pine obtained slurry process as a sorbent of oil and the use of oil destructors bacteria *Rhodococcus equi*, *Micrococcus flavus*. It is shown that carboxymethylated derivatives of pine wood with the content of carboxymethyl groups 10,2–12,5% having oil capacity of 6,1–6,5 g/g, which is higher than the original pine oil intensity by almost 1,5 times. The use of bacteria-oil destructors for sorbent regeneration makes it possible to re-use of sorbents.

Key words: wood, oil, *Rhodococcus equi, Micrococcus flavus*, carboxymethylation, magnetic sorbents.

Проблема сбора и утилизации нефтяных разливов в настоящее время стоит достаточно остро. Ежегодно в мире происходит несколько десятков тысяч разливов нефти, при которых она попадает в водные акватории и почву. Причинами разливов являются аварии на нефтепроводах, танкерах, нефтеналивных хранилищах и в других случаях. Причем крупнейшие аварии приводят к выбросу нескольких миллионов тонн нефти. Количество подобных техногенных катастроф не уменьшается. Поэтому одной из актуальных задач является разработка эффективных сорбентов нефти, которые не только эффективно обеспечивали сбор нефтяных загрязнений, но и легко подвергались утилизации, а в идеальном случае повторной эксплуатации.

На кафедре органической химии Алтайского государственного университета разработаны способы карбоксиметилирования растительного сырья без предварительного разделения его на отдельные компоненты в полимерные композиции, обладающие комплексом полезных свойств [Маркин, 2010; Базарнова и др., 2011]. Было показано, что продукты карбоксиметилирования различных видов растительного сырья могут быть использованы в качестве сорбентов тяжелых металлов [Колосов и др., 2009].

Цель настоящей работы — получить магнитные сорбенты нефти на основе карбоксиметилированного растительного сырья, которые могут быть впоследствии переработаны с использованием бактерий *Rhodococcus equi, Micrococcus flavus.*

Для этого древесину сосны карбоксиметилировали суспензионным способом [Маркин и др., 1998; Галочкин и др., 1999] в различных условиях. Продукты карбоксиметилирования исследовали на нефтеемкость (табл. 1).

Таблица 1

Содержание карбоксиметильных групп (КМГ) и нефтеемкость (НЕ) продуктов карбоксиметилирования сосны, полученных в различных условиях

Температура щелочной обработки, °С	Продолжительность щелочной обработки, ч	Температура стадии карбоксиметилирования, °С	КМГ, % Δ ± 0,6	НЕ, г/г Δ ± 0,2
60	2	80	12,5	6,5
25	0,5	20	10,2	6,1
–	–	–	–	3,9*

Примечание: Продолжительность стадии карбоксиметилирования — 1 ч, * — исходная древесина сосны; НЕ — нефтеемкость, 1 г нефти / 1 г сорбента.

Как следует из данных, представленных в таблице 1, продукты карбоксиметилирования древесины сосны, полученные в различных условиях, обладают сравнимой нефтеемкостью. Причем образец, содержащий большее количество карбоксиметильных групп, имеет более высокую нефтеемкость. Сравнение продуктов карбоксиметилирования с исходной древесиной сосны показывает, что карбоксиметилирование приводит к увеличению нефтеемкости. Сорбцию нефти и нефтепродуктов древесиной (или ее компонентами), а также продуктами ее модифицирования следует рассматривать как поглощение пористым полимерным сорбентом сорбата (нефти и нефтепродуктов). Несмотря на то, что при карбоксиметилировании основных компонентов растительного сырья в состав продукта вводятся дополнительные полярные (карбоксиметильные) группировки, нефтеемкость образцов повышается. Можно сделать предположение, что наличие полярных групп приводит к увеличению свободного пространства в клеточной стенке за счет взаимного отталкивания между введенными карбоксиметильными группами и гидроксильными группами основных структурных компонентов растительного сырья, что способствует увеличению нефтеемкости материалов практически в 1,5 раза.

В таблице 2 приведены данные о нефтеемкости продуктов карбоксиметилирования древесины сосны, полученных в различных условиях. Для проверки способности бактерий-нефтедеструкторов (*Rhodococcus equi, Micrococcus flavus*) к разложению нефти использовали карбоксиметилированную древесину сосны, полученную в различных условиях (табл. 2), после сбора нефти. Сорбент наносили на культуры бактерий, высеянных на агаризованные чашки Петри, и оставляли на несколько дней.

Таблица 2

Условия получения и нефтеемкость (НЕ) карбоксиметилированной древесины сосны (КМД)

Стадия щелочной обработки (температура — 60 °С)	Стадия карбоксиметилирования		КМГ, % Δ ± 0,6	НЕ, г/г Δ ± 0,2
продолжительность, ч	температура, °С	продолжительность, ч		
2	80	1	13,6	4,7
1	40	0,5	14,6	4,9
0,5	60	0,5	15,7	5,6
1	60	1	22,1*	1,8
–	–		–**	3,9

Примечания: * карбоксиметилированная древесина, полученная в реакторе РВПЭ-0.2 (ООО «ЮВС», Обнинск); ** — исходная древесина сосны; НЕ — нефтеемкость, 1 г нефти / 1 г сорбента.

В результате работы были созданы препараты, состоящие из карбоксиметилированной древесины сосны и нанесенной на нее суспензии бактерий (*Rhodococcus equi, Micrococcus flavus*). Препарат был проверен на возможность нефтедеструкции. Было установлено, что нефтедеструкция происходит с разной скоростью в зависимости от слоя нефти. В среднем слой нефти за 3 дня уменьшался на 0,2 мм. В целом при создании соответствующих благоприятных условий для жизнедеятельности бактерий-нефтедеструкторов полученный сорбент может быть использован повторно.

Таким образом, получены карбоксиметилированные производные из древесины сосны с содержанием карбоксиметильных групп 10,2–12,5%, обладающие нефтеемкостью 6,1–6,5 г/г, что превышает нефтеемкость исходной древесины сосны почти в 1,5 раза.

Использование бактерий-нефтедеструкторов для регенерации сорбента делает возможным многократное использование сорбентов из карбоксиметилированной древесины сосны.

Библиографический список

Патент 2130947 (RU) Способ карбоксиметилирования лигноуглеводных материалов / А.И. Галочкин, В.И. Маркин, Н.Г. Базарнова, Н.В. Заставенко, Н.С. Крестьянникова. 1999.

Базарнова Н.Г., Маркин В.И., Колосов П.В., Катраков И.Б., Калюта Е.В., Чепрасова М.Ю. Методы получения лигноуглеводных композиций из химически модифицированного растительного сырья // Российский химический журнал. 2011. Т. LV, №1. С. 4–9.

Колосов П.В., Маркин В.И., Базарнова Н.Г., Юсупов В.Р., Генералова Е.Н. Свойства продуктов карбоксиметилирования, полученных из древесины сосны, модифицированной раствором формальдегида в щелочной среде // Химия растительного сырья. 2009. №3. С. 39–42.

Маркин В.И., Базарнова Н.Г., Галочкин А.И., Захарова В.В. Исследование реакции карбоксиметилирования древесины осины методом полного факторного эксперимента // Известия высших учебных заведений. Серия : Химия и химическая технология. 1998. Т. 41, №5. С. 108–111.

Маркин В.И. Карбоксиметилирование растительного сырья. Теория и практика. Барнаул, 2010. 167 с.