

С. А. Кокшаров, О. В. Лепилова, С. В. Алеева

Институт химии растворов им. Г. А. Крестова РАН,
153045, Россия, г. Иваново, ул. Академическая, 1,
ksa@isc-ras.ru

ПОЛУЧЕНИЕ ГИБРИДНЫХ ЭНТЕРОСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ БИОМАССЫ РЕВЕНЯ *RHÉUM OFFICINÁLE BAILL* И МОНТМОРИЛЛОНИТА*

Ключевые слова: фитопрепарат, модификация, монтмориллонит, сорбционная способность.

Ревень *Rhéum officinale Baill* широко используется в фитотерапии [1], так как содержит различные биологически активные вещества, включая пектин, позволяющий выводить токсины из организма человека. Получение энтеросорбентов на основе ревеня требует проведения модификации сырья для повышения его сорбционных свойств. Химические способы модификации приводят к разрушению макромолекул пектина, уменьшая содержание в нем активных центров для адсорбции токсинов [2]. В работе рассматривается возможность получения сорбционно-активного гибридного нанокompозита на основе биомассы ревеня (Rh) и монтмориллонита (Mt). Биомодификацию Rh проводили для обеспечения структурного высвобождения пектина (Pc) с целью повышения его сорбционной активности, а также способности к адгезионному закреплению частиц монтмориллонита, используемого в качестве усилителя адсорбционной способности фитопрепарата.

Ранее установлено [3, 4], что биомодификация растительного сырья позволяет повысить аморфность клетчатки и обеспечить практически полное (89–97 мас. %) высвобождение Pc из структуры углевод-белкового комплекса. Экспериментальная оценка влияния степени высвобождения Pc на процесс иммобилизации монтмориллонита в структуре биомассы ревеня показала, что частицы Mt удерживаются на субстрате не только механически, но и за счет адгезионных взаимодействий с макромолекулами Pc. Выявлено, что количество прочно фиксируемого Mt составляет около 10 мас. %. Наиболее вероятно, что фиксация Mt на растительном сырье может осуществляться за счет интеркаляции полимерных цепей Pc в межплоскостные пространства Mt [5]. Методами рентгеноструктурного анализа и лазерной дифракции подтверждено, что Pc взаимодействует с Mt с образованием композита. Определено, что глубина взаимного проникновения компонентов системы ограничивается наличием межцепных связей между кальций-пектатными звеньями в макромолекулах Pc.

Оптимальная степень интеркаляции с максимальным увеличением толщины межплоскостного расстояния в структуре Mt достигается при удельном содержании кальций-пектатной формы ~20 % [6]. Определено, что пектин ревеня имеет оптимальное для связывания Mt соотношение галактуронатных звеньев в кальций-пектатной, этерифицированной и незамещенной формах 22:49:29 %.

Биомодификация ревеня позволяет повысить показатель общей площади удельной поверхности $S_{уд}(общ)$ с 14,0 до 57,2 м²/г. Введение в систему Mt в количестве 10 мас. % обеспечивает прирост $S_{уд}(общ)$ до 140,6 м²/г, что в 10 раз превышает уровень показателя для исходной биомассы. Важно, что на 99 % развитие поровой структуры достигается за счет расширения мезопоровых пространств, определяющих активность энтеросорбентов в отношении токсинов органической и белковой природы с большими размерами молекулы.

Результаты экспериментов с применением тестовых сорбатов показали, что прививка Mt к исходной биомассе Rh увеличивает поглощение белкового маркера (альбумин) с 34,6 до 51,9 мг/г. Сорбционная емкость для биомодифицированного фитокомпозиата возрастает до 181,9 мг/г. Аналогичные результаты сорбции метиленового голубого, моделирующего связывание группы полярных органических токсинов, составили 18,4 и 31,3 мг/г для исходной биомассы Rh и аддукта ее взаимодействия с Mt. Для композиата на основе биомодифицированного Rh и Mt (90:10 мас. %) величина показателя возрастает почти в 10 раз по сравнению с исходным растительным сырьем и составляет 165,7 мг/г.

Список литературы

1. Wang X.-M., Hou X.-Q., Zhang Yu-Q. et al. // International Journal of Molecular Sciences. 2019. Vol. 13. P. 3900–3915.
2. Koksharov S. A., Aleeva S. V., Lepilova O. V. // Journal of Molecular Liquids. 2019. Vol. 283. P. 606–616.
3. Алеева С. В., Лепилова О. В., Курзанова П. Ю., Кокшаров С. А. // Известия вузов. Химия и Химическая Технология. 2018. Т. 61. С. 80–85.
4. Koksharov S. A., Aleeva S. V., Lepilova O. V. // International Journal of Chemical Engineering. 2019. Vol. 2019. P. 1–11.
5. Lepilova O. V., Koksharov S. A., Aleeva S. V. // Russian Journal of Applied Chemistry. 2018. Vol. 91. P. 90–95.
6. Koksharov S. A., Aleeva S. V., Lepilova O. V. // Key Engineering Materials. 2019. Vol. 816. P. 333–338.

* Работа выполнена в рамках Государственного задания Института химии растворов им. Г. А. Крестова РАН (проект № 012012 60483) с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием «Верхневолжский центр физико-химических исследований» и частично с поддержкой гранта РФФИ №16-29-10757_офи_м 18-53-00026_Бел_a.