

СИНТЕЗ АЛКОКСИСИЛИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ И ИХ ИММОБИЛИЗАЦИЯ НА МИНЕРАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

Карпюк Л.А.^а, Перминова И.В.^а, Пономаренко С.А.^б, Музафаров А.М.^б

^а Химический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Ленинские Горы 1-3, 119992 Москва, Россия

^б Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН, ул. Профсоюзная 70, 117393 Москва, Россия

Гуминовые вещества (ГВ) представляют собой обширный класс природных соединений, входящих в состав органического вещества почв, природных вод и твердых горючих ископаемых¹. ГВ определяют формы существования редокс-активных металлов и органических соединений в окружающей среде, связывают их в комплексы, снижая миграционную способность в окружающей среде и биодоступность для живых организмов. Указанные свойства определяют возможность практического применения ГВ в качестве комплексонов и сорбентов при очистке грунтовых вод. При этом для повышения эффективности ГВ особенно перспективной представляется их направленная модификация алкоксисиланами с целью получения высокоадгезионных производных, способных сорбироваться на минеральных поверхностях. Получение таких препаратов позволит создавать проницаемые реакционные барьеры *in situ*, путем закачки растворов модифицированных гуминовых веществ в почву.

Таким образом, целью работы явилось получение алкоксисилильных производных гуминовых веществ, исследование их строения и сорбционной способности по отношению к силикагелю.

Предложено и реализовано два способа введения алкоксисилильных групп в структуру гуминовых веществ: с использованием 3-аминопропилтриметоксисилана (APTS) и 3-глицидоксипропилтриметоксисилана (GPTS). Аминогруппа APTS реагирует с карбоксильными группами ГВ с образованием амидной связи. Эпоксидный цикл GPTS открывается под действием гидроксильных групп ГВ в присутствии катализатора. Методика проведения модификации описана в патенте². Показано явное преимущество метода с использованием аминосилана, который позволяет получать гуминовые производные с высокой степенью модификации.

Для выборки препаратов различного происхождения показано, что степень модификации возрастает в ряду: угольные < водные < торфяные гуминовые кислоты, что связано с увеличением содержания карбоксильных и карбонильных групп в указанном ряду.

Структура полученных производных изучена методами ИК- и ЯМР-спектроскопии.

Установлено, что все алкоксисилильные ГВ обладают способностью необратимо сорбироваться на силикагеле из водной среды. При этом количество иммобилизуемых ГВ составляет от 80 до 100 мг на 1 г силикагеля.

Показано, что предложенный способ иммобилизации гуминовых производных из водной среды сравним по эффективности с общепринятым подходом, основанном на иммобилизации гуминовых веществ на аминированном силикагеле в среде органического растворителя³.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ 060449017А и U.S. DOE (#RUC2-20006-MO-04).

Литература

1. Орлов Д.С. Химия почв. Москва, Изд-во МГУ. 1992. 259 с.
2. Perminova I.V., Ponomarenko S.A., Karpouk L.A., and Hatfield K.: Humic derivatives, methods of preparation and use. Patent pending, PCT application № /RU2006/000102.
3. L.K.Koopal, Y.Yang, A.J.Minnaard. *Coll.and Surf.* 1998, **141**, 385-395.