



УДК 615.322

Поступила 02.02.2015

ИЗУЧЕНИЕ МЕТАЛЛОСВЯЗЫВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АЛЬГИНАТА НАТРИЯ

STUDYING OF METALLBINDING ABILITY OF SODIUM ALGINATE

Ф. А. САМСОНОВ, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Беларусь

F. SAMSONOV, JSC «BMZ – Management Company of Holding «BМК», Zhlobin city, Belarus

*Представлены результаты изучения сорбирующей способности альгината натрия по отношению к тяжелым металлам в условиях *in vitro*.*

*Results of studying of the sorption ability of sodium alginate in relation to heavy metals in the conditions of *in vitro* are presented.*

Ключевые слова. Альгинат натрия, сорбция, модель Лэнгмюра, константы сорбции.

Keywords. Sodium alginate, sorption, Lengmyur's model, sorption constants.

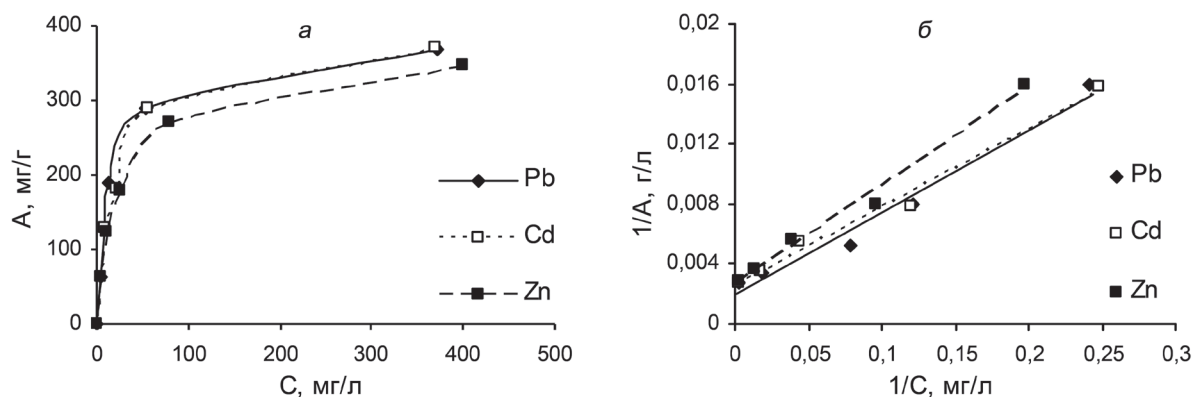
Практическая значимость. Исследование природных биополимеров представляет в настоящее время большой интерес. Работая на предприятиях тяжелой промышленности, работники подвергаются многолетнему воздействию тяжелых металлов. Поступая в организм и накапливаясь с годами, тяжелые металлы проявляют свое негативное действие: вызывают поражение почек, костной системы, снижение иммунитета и др. Соли альгиновой кислоты проявляют высокие энтеросорбирующие свойства, связывая тяжелые металлы в ЖКТ, также способны выводить тяжелые металлы из костной ткани и внутренних органов [1]. При этом соли альгиновой кислоты не нарушают пул микроорганизмов в ЖКТ, не проявляют токсичного действия, не нарушают баланс микроэлементов [2].

Цель работы – исследование и оценка металлосвязывающей способности альгината натрия.

Экспериментальная часть. Для изучения металлосвязывающей способности альгината натрия проводили сорбционный эксперимент. Исследовали способность связывать катионы Zn^{+2} , Pb^{+2} , Cd^{+2} альгинатом натрия. Альгинат натрия, используемый в работе, – полимер гулуруновой и маннуруновой кислот [3, 4]. Содержание гулуруновой и маннуруновой кислот составляет не более 77%.

Опыты проводили в условиях *in vitro* при постоянной pH 4–5, время сорбции – 14 ч. Концентрация катионов Zn^{+2} , Pb^{+2} , Cd^{+2} варьировалась в пределах 0,083–0,83 мг/мл, а концентрация сорбента (альгината натрия) была постоянной – 1,25 мг/мл. При связывании катионов металла с альгинатом натрия образовывался осадок белого цвета, который отделяли от основного раствора фильтрацией. Количественное определение катионов металла в растворе проводили методом комплексонометрии. Для оценки сорбционных свойств альгината натрия рассчитывали константы связывания при помощи модели сорбции Лэнгмюра [5–7].

Результаты и обсуждение. Активное связывание металлов происходит за счет блоков гулуруновой кислоты, создающих пространственные условия для прочного связывания катионов металлов. Образуется нерастворимый осадок $(C_5H_7O_4COO)_2Me$ [8]. По результатам проведенных экспериментов альгинат натрия показал высокие сорбционные свойства, связывая до 90% катионов металла. Максимальная металлосвязывающая способность составила $A = 370,94$ мг/г, минимальная $A = 62,50$ мг/г (табл. 1). В области низких концентраций металла (меньше 0,5 мг/мл) связывание металла достигало ~ 80–90%, в области высоких (больше 0,5 мг/мл) – до 60%. При количественном определении металлов использовался индикатор эриохром черный Т, который дает винно-красную окраску с катионами металлов. Для оценки сорбционных свойств металлов рассчитали константы сорбции, используя модель сорбции Лэнг-



Изотермы сорбции металлов в обыкновенном виде (а), изотермы сорбции по Лэнгмюру в прямолинейной форме (б)

мюра. Для этого построили изотермы сорбции в обыкновенном и прямолинейном виде (см. рисунок) и графически определили константы сорбции (табл. 2).

Таблица 1. Экспериментальные значения величин сорбции

A (Pb^{2+}), мг/г	A (Cd^{2+}), мг/г	A (Zn^{2+}), мг/г
369,28	370,94	347,36
289,8	288,51	270,92
190,27	181,88	179,4
125,85	127,76	124,8
62,92	63,07	62,50

Таблица 2. Константы связывания Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} альгинатом натрия

Катион	b	q , мг/г	R^2
Pb^{2+}	27	500	0,9776
Cd^{2+}	20,4	434	0,9862
Zn^{2+}	23,26	416	0,9887

Примечание. b – степень аффинитета; q – максимальная сорбционная емкость.

Полученные константы сорбции показали, что наибольшее количество связывающих центров (q , мг/г) образуется при связывании Pb^{2+} , наименьшее количество – Zn^{2+} . Альгинат натрия обладает более выраженным аффинитетом (b) к катионам Pb^{2+} . Наименее выражен аффинитет к катионам Cd^{2+} . Коэффициенты аппроксимации R^2 , приведенные в табл. 2, показывают, что сорбция катионов Cd^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} достоверно описывает модель Лэнгмюра.

Выводы

В ходе исследований была установлена высокая металлосвязывающая способность (активность) к катионам тяжелых металлов. Наибольшей металлосвязывающей активностью альгинат натрия обладает к катионам Pb^{2+} . Проявляя высокие комплексообразующие свойства, альгинат натрия может быть использован для предупреждения накопления тяжелых металлов в организме. Но для полноты исследований необходимо провести дальнейшие исследования в условиях *in vitro*, *in vivo*.

Литература

- Хотимченко Ю. С. Фармакология некрахмальных полисахаридов // Вестник ДВО РАН. 2005. № 1. С. 72–82.
- Зубов Л. А. Морская фармакология / Л. А. Зубов, Т. А. Савельева; под ред. Л. А. Зубова. Архангельск: АО ВК, 1997. 148 с.
- Полиурониды. Структура, свойства, применение (обзор) / А. И. Сливкин // Вестник ВГУ. Сер. химия, биология. 2000. С. 30–46.
- Гурецкая В. Л. Органическая химия / В. Л. Гурецкая; под ред. Х. В. Бальяна. М.: Высш. шк., 1983. 320 с.
- Михеева Е. В. Изучение адсорбции уксусной кислоты на активированном угле / Е. В. Михеева, В. Е. Катюхин. Томск: Томский политехнический университет, 2009. 19 с.
- Хохлачева Н. М. Поверхностные явления адсорбции на поверхности твердых тел / Н. М. Хохлачева, Е. Б. Ильина, Е. В. Ряховская; под ред. М. В. Соколова. М.: Мати, 2000. 21 с.
- Письменко В. Т. Коллоидная химия: Методические указания к лабораторным работам / В. Т. Письменко, Е. Н. Калюкова. Ульяновск: Типография УлГТУ, 2007. 76 с.

8. У с о в А. И. Альгиновые кислоты и альгинаты: методы анализа, определения состава и установления строения // Успехи химии. 1999. № 11. С. 1051–1061.

References

1. Н о т и м ч е н к о J u. S. Farmakologija nekrahmal'nyh polisaharidov [Pharmacology of non starched polysaccharides]. *Vestnik DVO RAN*. 2005. no. 1. pp. 72–82.
2. Z u b o v L. A. *Morskaja farmakologija* [Sea Pharmacology] L. A. Zubov, T. A. Savel'eva; pod red. L. A. Zubov. Arhangel'sk: AOVK, 1997. 148 p.
3. Poliuronidy. Struktura, svojstva, primenenie (obzor) [Poliuronida. Structure, properties, application (review)] A. I. Slivkin. *Vestnik VGU. Serija himija, biologija*. 2000. pp. 30–46.
4. G u r e c k a j a V. L. *Organicheskaja himija* [Organic Chemistry]. V. L. Gureckaja; pod red. H. V. Bal'jana. Moscow: Vysshaja shkola Publ., 1983. 320 p.
5. M i h e e v a E. V. *Izuchenie adsorbicii uksusnoj kisloty na aktivirovannom ugle* [Studying of adsorption of acetic acid on absorbent carbon] E. V. Miheeva, V. E. Katjuhin. Tomsk: Tomskij politehnicheskij universitet, 2009. 19 p.
6. H o h l a c h e v a N. M. *Poverhnostnye javlenija adsorbicija na poverhnosti tvjordyh tel* [The superficial phenomena adsorption on a surface of solid bodies] N. M. Hohlacheva, E. B. Il'ina, E. V. Rjahovskaja; pod red. M. V. Sokolova. Moscow, Mati Publ., 2000. 21 p.
7. P i s ' m e n k o V. T. *Kolloidnaja himija: Metodicheskie ukazanija k laboratornym rabotam* [Colloidal chemistry: Methodical instructions to laboratory works] V. T. Pis'menko, E. N. Kaljukova. Ul'janovsk: Tipografija UlGTU, 2007. 76 p.
8. У с о в А. И. *Al'ginovye kisloty i al'ginaty: metody analiza, opredelenija sostava i ustanovlenija stroenija* [Alginic acids and alginates: methods of the analysis, definition of structure and establishment of a structure]. *Uspehi himii*. 1999. no. 11. pp. 1051–1061.

Сведения об авторе

Самсонов Филипп Алексеевич, Управление по охране окружающей среды и промышленной санитарии ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, ул. Промышленная 37, gagarin080@yandex.ru, na.osipenko@bmz.iron.

Information about the authors

Samsonov Filipp, Department of environment protection and industrial hygiene JSC «BMZ – Management Company of Holding «BМК», Belarus, Zhlobin city, Promyshlennaya St. 37. E-mail: gagarin080@yandex.ru, na.osipenko@bmz.iron.