

ИЗОТЕРМА СОРБЦИИ ИОНОВ ЦИНКА И КОБАЛЬТА ПЕКТИНОВЫМИ ГИДРОГЕЛЯМИ КОРЗИНКИ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Саидова Р.С., Мухиддинов Д.С., Халикова М.Д., Халиков Д.Х.

Институт химии им. В.И.Никитина АН Республики Таджикистан

734063, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Айни, 299/2, Институт химии АН

РТ E-mail: dkhalikov@rambler.ru

По данным химического анализа содержания ионов кобальта и цинка во внешнем адсорбционном растворе и величинам адсорбции построены изотермы сорбции для пектинового гидрогеля корзинки подсолнечника (КП). Показано, что адсорбция обоих ионов пектиновыми гидрогелями осуществляется по механизму точечного связывания. По данным сорбции рассчитаны кажущиеся константы связывания ионов гидрогелем КП и изменение изобарного потенциала процесса сорбции.

Исследование закономерностей ионного обмена в системе пектиновых полисахаридов и ионов двухвалентных металлов позволит подобрать на научно обоснованной основе природные носители и создать новые медико-биологические комплексные соединения специфически направленного действия. Важное значение в проводимых исследованиях играет синтез металлокомплексов с биогенными микроэлементами, такими как ионы Co^{2+} , Zn^{2+} , которые, по мнению авторов [1,2], принимают активное участие в балансе наиболее важных процессов в живых организмах. Так, например, нехватка цинка в организме приводит к усилению частоты простудных заболеваний у детей, ухудшению иммунитета в среднем возрасте, сокращает продолжительность жизни у пожилых людей. Ионы цинка активируют около 200 важных ферментов, обладают антивирусной активностью, обусловленной их ингибирующим действием по отношению к РНК-полимеразе вируса. Кобальт относится к числу важнейших ионов, входит в группу жизненно необходимых микроэлементов [1]. Кобальт участвует в кроветворении, синтезе нуклеиновых кислот, мышечных белков, поддерживает дыхание, обладает противогипоксической активностью. Учитывая практически важные биологические свойства указанных ионов с одной стороны, доступность и возобновляемость источника сырья для пектиновых полисахаридов, как носителя, с другой стороны, представляет интерес синтез и изучение металлокомплексов пектиновых полисахаридов с ионами цинка и кобальта.

Реакции комплексобразования компонентов проводили в статических условиях при контакте гидрогеля определённой навески ($m(\text{МГ-КП})$, г) и раствора соответствующих ионов заданных концентраций ($C_0(\text{Me}^{2+})$). Основные характеристики гидрогеля МГ КП были следующие: содержание остатков галактуроновой кислоты (ГК) -66,65%, степень этерификации ГК -25,88, содержания ионов кальция -4,25%, статическая обменная ёмкость -2,82 мэк/г. Реакционную смесь оставляли на время до одних суток, затем комплекс разделяли центрифугированием при скорости вращения ротора 7000 об./мин и определяли массу набухшего продукта реакции. В маточном растворе определяли концентрацию ионов кобальта путём титрования определённого объёма ($V(\text{p-ра Me}^{2+})$) реакционной смеси с раствором трилона Б. Соответствующие результаты на примере сорбции ионов кобальта гидрогелем МГ КП приведены в таблице.

На рисунке приводится изотерма сорбции ионов цинка и кобальта гидрогелем МГ-КП, где видно, что сорбция обоих ионов происходит в схожих условиях. В то же время при прочих равных условия насыщение сорбента ионами цинка происходит при равновесной концентрации сорбата почти на порядок ниже, чем равновесной концентрации ионов кобальта.

Таблица - Сорбция ионов кобальта гидрогелем МГ-КП*

m(МГ-КП), г	C ₀ (Co ²⁺), н	V(ТрБ)), мл	C _p (Co ²⁺), н	q(Co), мэк/г
0.0109	0.040	1.75	0.035	1.15
0.0104	0.050	2.18	0.044	1.54
0.0106	0.151	6.74	0.135	3.82
0.0108	0.200	9.08	0.182	4.26
0.0111	0.201	9.04	0.181	4.50
0.0106	0.250	11.8	0.236	3.30
0.0104	0.300	13.82	0.276	5.67
0.0103	0.350	16.22	0.324	6.21

Примечание: *V(Co²⁺) = 10 мл; V_{ан}(р-ра Со) = 2,5 мл; C(ТрБ) = 0,05 н.

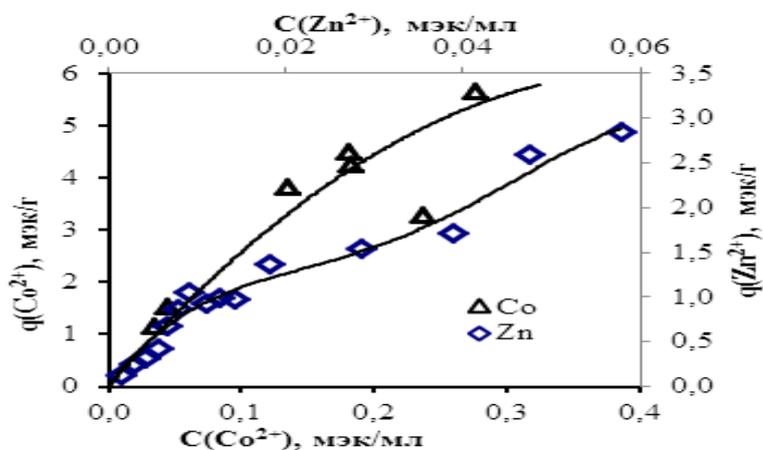


Рисунок - Изотерма сорбции ионов цинка и кобальта гидрогелем МГ-КП.

Для выяснения механизма сорбции ионов цинка и кобальта гидрогелем МГ-КП экспериментальные данные были обработаны на основании линейной формы уравнения Ленгмюра по формуле $1/q = 1/q_m + 1/(q_m \cdot K) \cdot 1/C$, где q и q_m – величины адсорбции и предельной адсорбции, C – равновесная концентрация ионов металла в растворе и K – кажущаяся константа ионного обмена. Соответствующие расчеты показали, что изотермы сорбции ионов цинка и кобальта гидрогелем МГ-КП действительно подчиняются линейной форме уравнения Ленгмюра в виде $1/q = 0,010 \cdot (1/C(\text{Zn}^{2+})) + 0,2200$ и $1/q = 0,025 \cdot (1/C(\text{Co}^{2+})) + 0,1160$ при коэффициенте корреляции 0,950 и 0,953 соответственно. При данном условии эксперимента максимальная емкость ионов кобальта ($q_m = 8,62$ мэк/г) почти в два раза превосходит величину q_m ($q_m = 4,55$ мэк/мл) ионов цинка, а величина сродства ионов кобальта ($K = 4,64$ мл/мэк) значительно ниже, чем значение этого параметра для ионов цинка ($K = 22,0$ мл/мэк). Изменение значения изобарного потенциала (dG) процесса гипотетического ионного обмена, рассчитанная по формуле $dG = -RT \ln K$, для обоих ионов является отрицательным, причём наибольшее снижение величины dG имеет место в случае сорбции ионов цинка, что свидетельствует о высокой избирательности сорбента по отношению к этому иону. При этом, несмотря на высокую ёмкость МГ-КП по отношению к ионам кобальта, адсорбент показывает низкую, по сравнению с ионами цинка избирательность.

Таким образом, несмотря на близость процесса сорбции изученных ионов гидрогелем МГ-КП их сорбционная способность и ёмкость МГ-КП существенно отличаются.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Скальный, А.В. Эколого-физиологическое обоснование эффективности использования макро- и микроэлементов при нарушениях гомеостаза у обследуемых из различных климатогеографических регионов: дис. д-ра мед. наук / А.В. Скальный. -М., 2000. - 352 с.

[2]. Zinc deficiency as a mediator of toxic effects of alcohol abuse / A.V. Skalny, M.G. Skalnaya, A.R. Grabeklis [et al.] // European Journal of Nutrition. -2018. -№1. –P.1-10.