

УДК 615.322:[547.458-183:544.723].06:543.245

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КАМПСИСА УКОРЕНЯЮЩЕГОСЯ

© М.А. Бжихатлова*, Л.П. Мыкоц, Н.А. Туховская, О.А. Андреева

Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ФГБОУ ВО
ВолеГМУ, пр. Калинина, 11, Пятигорск, 357500 (Россия),
e-mail: madina_bzhikhatlova@mail.ru

В настоящее время все больше используются химические добавки в пищевых продуктах, что приводит к накоплению вредных веществ в организме. Поэтому актуальным является поиск новых веществ природного происхождения, обладающих детоксикационными свойствами. Цель работы – определение сорбционной способности пектиновых веществ (ПВ) и водорастворимых полисахаридов (ВРПС), выделенных из листьев и цветков кампсиса укореняющегося. По методу Н.К. Кочеткова и М. Sinneга из листьев и цветков кампсиса укореняющегося выделены полисахариды: водорастворимые полисахариды, пектиновые вещества, гемицеллюлоза А и гемицеллюлоза Б. Адсорбционная способность пектинов и водорастворимых полисахаридов изучалась на основе их комплексообразующих свойств по отношению к свинец-ионам. Определение их содержания в рафинате проводилось титрованием раствором двузамещенного натрия этилендиаминтетраацетата. Для оценки природы сорбента использовали расчетные уравнения Ленгмюра и Фрейндлиха. Проведенное исследование сорбционной способности полисахаридов, выделенных из листьев кампсиса укореняющегося, показало наличие высокой способности связывания ионов Pb^{2+} , у ПВ связалось 54.2%, а у ВРПС – 37.5%. Полисахариды, выделенные из цветков кампсиса укореняющегося, показали наличие сорбционной активности, которая у ПВ оказалась равна 32.6%, а у ВРПС – 80.0%.

Выявлена выраженная комплексообразующая способность изученных полисахаридов по отношению к ионам свинца. Соотношение экспериментальных и расчетных данных величин адсорбции свинец-ионов показало, что сорбционный процесс в большей степени подчиняется уравнению Ленгмюра. ПВ и ВРПС, полученные из листьев и цветков кампсиса укореняющегося, можно рассматривать как эффективные детоксиканты. Дальнейшее изучение физико-химических свойств позволит оценить возможность их медико-биологического использования.

Ключевые слова: кампсис укореняющийся, пектиновые вещества, водорастворимые полисахариды, сорбция, ионы свинца, комплексообразующая способность.

Введение

Кампсис укореняющийся (*Camsis radicans L.*) относится к семейству Бигнониевые (*Bignoniaceae*). Это крупная лиана высотой до 15 м. На Северном Кавказе широко распространена как декоративная культура. В качестве объекта исследования были использованы листья и цветки кампсиса укореняющегося, собранные в июле – августе в Кабардино-Балкарской Республике [1].

Современный мир характеризуется увеличением использования химических добавок в пищевых продуктах, ухудшением экологической ситуации, в связи с чем наблюдаются различные проблемы со здоровьем из-за накопления вредных веществ в организме. Поэтому необходимо изучать свойства природных сорбентов,

Бжихатлова Мадина Анатольевна – аспирант,
e-mail: madina_bzhikhatlova@mail.ru

Мыкоц Людия Петровна – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры неорганической, физической и коллоидной химии, e-mail: 58041@mail.ru

Туховская Нина Александровна – кандидат химических наук, преподаватель кафедры аналитической химии, e-mail: ninatuk@mail.ru

Андреева Ольга Андреевна – кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии, e-mail: oa-51934@yandex.ru

в том числе пектинов и полисахаридов, которые относятся к эффективным детоксикантам. Комплексообразующие свойства пектиновых веществ и водорастворимых полисахаридов основаны на взаимодействии ионов тяжелых металлов с молекулами биополимера.

Пектины широко применяются в качестве эмульгаторов, стабилизаторов, загустителей, геле-

* Автор, с которым следует вести переписку.

образующих агентов в медицине, фармацевтике, пищевой и других отраслях промышленности. ПВ очень интересны и являются многообещающим предметом для дальнейших исследований благодаря их значительной доступности из возобновляемых источников, натуральности и безопасности. Они показывают высокую биологическую активность: гипогликемическую, онкопротекторную, антиоксидантную, противомикробную и др. [2–4].

Целью работы явилось изучение сорбционных свойств водных растворов ПВ и ВРПС, полученных из листьев и цветков кампсиса укореняющегося.

Экспериментальная часть

Выделение полисахаридов из листьев и цветков кампсиса укореняющегося проводили по методу Н.К. Кочеткова и М. Sinnera по фракциям: I – водорастворимые полисахариды, II – пектиновые вещества, III – гемицеллюлоза А, IV – гемицеллюлоза Б [5–10]. После кислотного гидролиза в течение 10 ч на водяной бане хроматографическим методом определили моносахаридный состав полученных гидролизатов. Установили, что в состав ВРПС листьев и цветков входят моносахариды: глюкоза, ксилоза и рамноза.

Также ранее была определена степень этерификации, для ПВ листьев она равна 32.61%, ПВ цветков – 39.27%. Так как детоксицирующая активность пектина обратно пропорциональна его степени этерификации можно предположить, что эта способность будет выше у ПВ листьев. По величине определенной степени этерификации ПВ кампсиса укореняющегося относятся к низкоэтерифицированным.

Среднюю молекулярную массу пектиновых веществ определяли вискозиметрическим методом, она равна 8857 г/моль и 7609 г/моль для ПВ листьев и ПВ цветков соответственно.

Изучалась сорбционная способность указанных объектов *in vitro* к ионам Pb^{2+} . Пектаты металлов, образующиеся при взаимодействии полисахаридов с солями тяжелых металлов являются нерастворимыми соединениями. Они не способны к адсорбции в кишечнике и поэтому покидают его вместе с токсическими ионами. Сорбционная емкость – это количество ионов тяжелого металла, связавшегося с 1 г полисахарида.

Для изучения процесса сорбции к водным растворам полисахаридов добавляли 0.035 М раствор ацетата свинца. Образующийся рыхлый осадок пектата свинца разбавляли дистиллированной водой в мерной колбе до 100 мл [11].

Для определения количества связавшихся ионов свинца готовили исследуемый образец к титрованию. Через определенные промежутки времени к 10 мл ацетатного буферного раствора (рН=5.5) добавляли 10 мл фильтрата и разбавляли водой в мерной колбе до 100 мл. Титрование проводили стандартным 0.02 н раствором комплексона III (ЭДТА – этилендиаминотetraацетат натрия двузамещенный) с использованием индикатора ксиленолового оранжевого [12–14].

Расчет количества ионов свинца в исследуемом растворе проводили по формуле

$$gPb^{2+} = \frac{V_{кIII} \times N_{кIII} \times \mathcal{E}_{Pb^{2+}}}{1000},$$

где $V_{кIII}$ – объем комплексона III пошедшего на титрование, мл; $N_{кIII}$ – нормальность комплексона III; $\mathcal{E}_{Pb^{2+}}$ – эквивалентная масса свинец-ионов, моль/л.

Обсуждение результатов

Комплексообразующая способность (КС мг/г) определялась как отношение изменения массы свинца (Δg) в процессе сорбции к массе сорбента (биополимера). Результаты эксперимента представлены в таблицах 1, 2.

В соответствии с табличными данными отмечено, что сорбционная способность ПВ листьев по отношению к ионам свинца выше, чем у ПВ цветков. В течение 40 мин максимальное извлечение ионов Pb^{2+} пектином из листьев составило 54.2%, из цветков – 32.6%. При этом ионная сорбция проходила быстро на пектине листьев и максимальной оказалась уже через 10 мин. Сорбционная способность ВРПС листьев оказалась ниже, чем ВРПС цветков, и составила 37.5%, в то время как ВРПС цветков показало процент связывания 80.0%, что весьма эффективно.

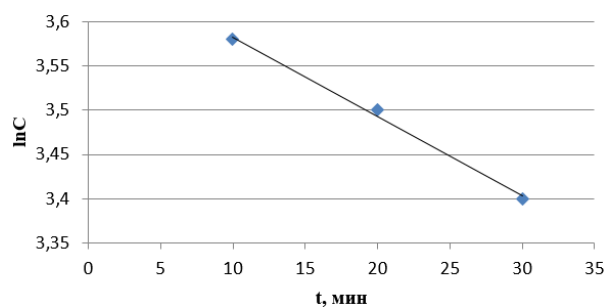
Для определения порядка и константы скорости процесса комплексообразования мы использовали метод изолирования Оствальда. Линейная зависимость $\ln C$ от времени, где C – содержание ионов Pb^{2+} (мг/г) (рис. 1) позволила предположить, что комплексообразование протекает по I порядку [15–17].

Таблица 1. Изменение концентрации ионов свинца при адсорбции на ВРПС листьев и цветков кампсиса укореняющегося

t, мин	Количество ионов Pb ²⁺ , мг/г		Концентрация ионов Pb ²⁺ , ммоль/л		% связывания ионов Pb ²⁺		КС, мг/г	
	листья	цветки	листья	цветки	листья	цветки	листья	цветки
0	99.5	82.9	48	40	–	–	–	–
5	87.0	51.8	42	25	12.6	37.5	125	207
10	74.6	20.7	36	10	25.0	75.0	249	415
20	68.4	18.6	33	9	31.3	77.6	311	429
30	62.2	16.6	30	8	37.5	80.0	373	442
40	62.2	16.6	30	8	37.5	80.0	373	442
60	62.2	16.6	30	8	37.5	80.0	373	442

Таблица 2. Изменение концентрации ионов свинца при адсорбции на ПВ листьев и цветков кампсиса укореняющегося

t, мин	Количество ионов Pb ²⁺ , мг/г		Концентрация ионов Pb ²⁺ , ммоль/л		% связывания ионов Pb ²⁺		КС, мг/г	
	листья	цветки	листья	цветки	листья	цветки	листья	цветки
0	99.5	82.9	48	40	–	–	–	–
3	80.8	–	39	–	18.8	–	187	–
5	72.5	70.4	35	34	27.1	15.1	270	83
7	60.1	–	29	–	39.6	–	394	–
10	45.6	60.1	22	29	54.2	27.5	539	152
20	45.6	58.0	22	28	54.2	30.0	539	166
30	45.6	55.9	22	27	54.2	32.6	539	180
40	45.6	55.9	22	27	54.2	32.6	539	180

Рис. 1. Зависимость lnC от времени для сорбции Pb²⁺ на ВРПС листьев кампсиса укореняющегося

При этом тангенс угла наклона графика равен K – константе скорости процесса. Найденные величины констант скорости (мин⁻¹) равны: 0.89×10^{-2} для ВРПС листьев, 1.17×10^{-2} для ВРПС цветков, 9.0×10^{-2} для ПВ листьев и 0.35×10^{-2} для ПВ цветков. Порядок процесса комплексобразования сохранился и для ПВ листьев, ПВ и ВРПС, выделенных из цветков.

На основе полученных экспериментальных данных (табл. 1, 2) оценивали адсорбционную активность биополимеров ПВ и ВРПС.

Величина адсорбции ($A_э$) из растворов в эксперименте рассчитывается по уравнению [18]

$$A = \frac{x}{m} = \frac{(C_0 - C) \times V}{m},$$

где C_0 , C – исходная и равновесная концентрация свинец-ионов в растворе (ммоль/г) соответственно; V – объем раствора, из которого происходит адсорбция, л; m – масса навески сорбента, г.

Скорость адсорбции определяется скоростью, с которой адсорбтив достигает поверхности адсорбента. Количество адсорбата зависит часто от природы поверхности адсорбтива, его пористости, физического состояния [19].

Зависимость равновесной адсорбции из раствора на твердом адсорбенте от концентрации адсорбтива характеризуется обычно изотермой адсорбции (рис. 2).

Для разбавленных растворов адсорбция хорошо описывается уравнением Ленгмюра или эмпирическим уравнением Фрейндлиха [13].

Для адсорбции из растворов уравнение Ленгмюра имеет вид [15]

$$A = \frac{A_{\infty} \times C}{b + c},$$

где A_{∞} – предельная емкость адсорбционного монослоя; b – константа, показывающая сродство адсорбата к адсорбенту; C – равновесная концентрация адсорбата.

В уравнении Ленгмюра обе константы (A_{∞} и b) имеют определенный физический смысл. Уравнение Ленгмюра хорошо описывает изотерму адсорбции при малых и больших концентрациях, давая прямолинейные участки на графике, что не иллюстрирует изотерма уравнения Фрейндлиха [20].

Уравнение Фрейндлиха:

$$A = K \times C^{1/n},$$

где K и $1/n$ – константы.

Константа K зависит от размера адсорбирующей поверхности и от коэффициента диффузии адсорбата. Показатель $1/n$ характеризует степень приближения изотермы к прямой и зависит от природы адсорбента и температуры.

Вычисление константы уравнения Ленгмюра находили по графической зависимости $1/A_{\infty} = f(1/\Delta c)$. Определение констант A_{∞} и b показано на рисунке 3 на примере адсорбции ионов Pb^{2+} на ВРПС.

Найденные величины для адсорбции ионов Pb^{2+} на ВРПС листьев составили $A_{\infty} = 40$; $b = 28.57$, для цветков – $A_{\infty} = 333.33$; $b = 500$. Для адсорбции ионов на ПВ листьев константа $A_{\infty} = 40$; $b = 21.28$, для цветков – $A_{\infty} = 166.67$; $b = 200$.

Константы уравнения Фрейндлиха легко находятся по изотерме зависимости: $\lg A = f^{\Delta} \lg \Delta C$, потому что в логарифмических координатах уравнение имеет вид:

$$\lg A = \lg K + \frac{1}{n} \lg C.$$

Это уравнение прямой. Константу K находили по величине отрезка, отсекаемого прямой от оси ординат. Константу $1/n$ определяли по тангенсу угла наклона к оси абсцисс.

Определение констант уравнения Фрейндлиха показано на рисунке 4.

Найденные величины констант Фрейндлиха составили $K = 1.41$; $1/n = 0.97$ для ВРПС и 3.16 и 0.97 соответственно для ПВ, полученных из листьев кампсиса укореняющегося. Для ПВ, полученного из цветков $K = 2.63$; $1/n = 0.98$, для ВРПС $K = 5.01$; $1/n = 0.98$. Чем быстрее достигается предел насыщения поверхности сорбента, тем больше должна быть величина K . Действительно, в нашем случае K увеличилась от 1.41 до 5.01, что свидетельствует о лучшей сорбционной способности ВРПС цветков.

В таблице 3 приведены сравнительные данные расчетных и экспериментальных величин адсорбции.

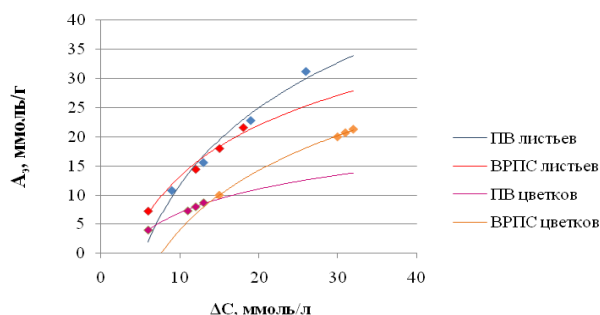


Рис. 2. Изотерма адсорбции для ПВ и ВРПС кампсиса укореняющегося

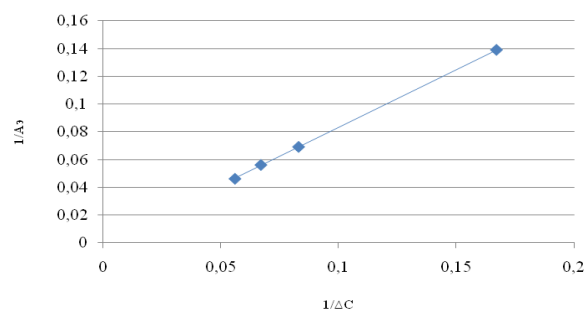


Рис. 3. Изотерма адсорбции Pb^{2+} ВРПС листьев кампсиса в координатах линейной формы уравнения Ленгмюра

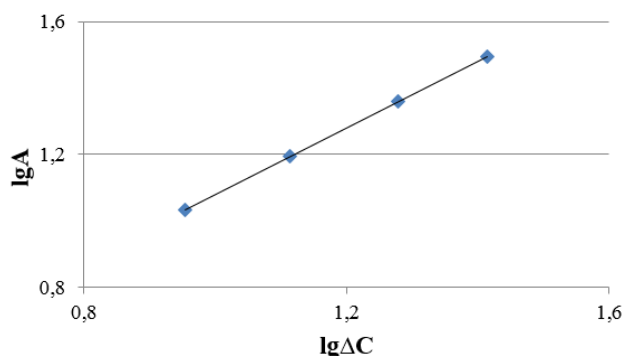


Рис. 4. Изотерма адсорбции Pb^{2+} ПВ листьев кампсиса укореняющегося в логарифмических координатах уравнения Фрейндлиха

Таблица 3. Соотношение экспериментальной величины адсорбции катионов свинца с расчетными на сырье, полученном из листьев и цветков кампсиса укореняющегося

t, мин	ΔC , ммоль/л	$A_{\text{э}}$, ммоль/г	$A_{\text{ф}}$, ммоль/г	$A_{\text{л}}$, ммоль/г	$A_{\text{э}}/A_{\text{ф}}$	$A_{\text{э}}/A_{\text{л}}$
ПВ листьев кампсиса укореняющегося						
3	9	10.8	26.63	11.89	0.41	0.91
5	13	15.6	38.04	15.17	0.41	1.03
7	19	22.8	54.96	18.87	0.42	1.21
10	26	31.2	74.51	22.00	0.42	1.42
Средние величины					0.42	1.14
ВРПС листьев кампсиса укореняющегося						
5	6	7.2	8.02	6.94	0.90	1.04
10	12	14.4	15.70	11.83	0.92	1.22
20	15	18.0	19.50	13.77	0.92	1.31
30	18	21.6	23.27	15.46	0.93	1.40
Средние величины					0.92	1.24
ПВ цветков кампсиса укореняющегося						
5	6	4.0	15.22	4.85	0.26	0.82
10	11	7.3	27.58	8.69	0.26	0.84
20	12	8.0	30.03	9.43	0.27	0.85
30	13	8.7	32.48	10.17	0.27	0.86
Средние величины					0.27	0.84
ВРПС цветков кампсиса укореняющегося						
5	15	10.0	71.19	9.71	0.14	1.03
10	30	20.0	140.42	18.87	0.14	1.06
20	31	20.7	145.00	19.46	0.14	1.06
30	32	21.3	149.58	20.05	0.14	1.06
Средние величины					0.14	1.05

По данным таблицы 3 и рисунка 5 можно сделать вывод, что функциональная зависимость сорбционной способности ионов свинца на ПВ листьев больше подчиняется уравнению Ленгмюра. По ВРПС листьев кампсиса укореняющегося подчиняется двум уравнениям близко. Возможно, это связано с небольшими концентрациями адсорбата и меньшей величиной процента связывания иона свинца (37.5%) в течение 30 мин, к этому времени процент ионного связывания ПВ составил 54.2%. Очевидно, что и пористость поверхности сорбента ПВ больше, чем у ВРПС.

Оценить сорбционную активность адсорбентов можно по величине удельной поверхности. Удельная поверхность – это суммарная площадь поверхности, отнесенная к единице массы адсорбента (1 г). Одним из методов ее определения может служить соотношение [21]

$$\frac{x}{m} = AS,$$

где x/m – количества адсорбата, поглощенное единицей массы адсорбента; S – удельная поверхность.

Для предельной адсорбции (A_{∞})

$$\frac{x_{\infty}}{m} = A_{\infty}S,$$

что позволяет рассчитать величину удельной поверхности.

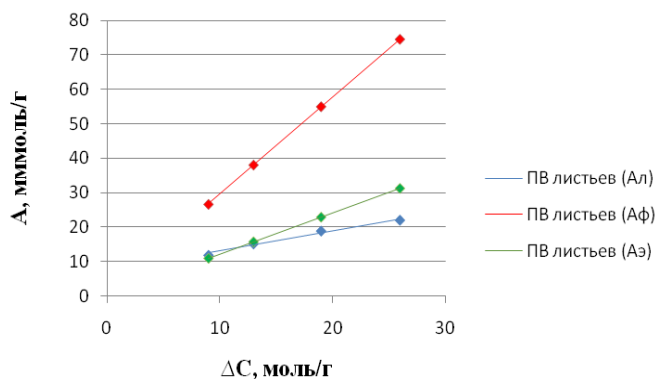


Рис. 5. Изотермы сорбции ионов Pb^{2+} на ПВ листьях кампсиса укореняющегося

По результатам эксперимента с учетом найденной величины A_{∞} расчет показал, что удельная поверхность для ПВ листьев равна $0.78 \text{ см}^2/\text{г}$, а ВРПС листьев – $0.54 \text{ см}^2/\text{г}$, для ПВ цветков – $0.05 \text{ см}^2/\text{г}$, для ВРПС цветков – $0.06 \text{ см}^2/\text{г}$.

Таким образом, изученные сорбционные свойства ПВ и ВРПС из листьев и цветков кампсиса по отношению к ионам Pb^{2+} свидетельствуют о возможности их использования в качестве энтеросорбентов и целесообразности применения в лечебно-профилактических целях.

Выводы

1. Установлено наличие комплексообразующей способности пектина и водорастворимого полисахарида из листьев и цветков кампсиса по отношению к ионам Pb^{2+} . Максимальная степень извлечения у пектиновых веществ листьев и цветков составила 54.2 и 32.6% соответственно. У водорастворимых полисахаридов из листьев и цветков она оказалась равной 37.5 и 80.0% соответственно.

2. Образование пектата свинца протекает по кинетике I порядка с величиной константы скорости для ПВ листьев 9.0×10^{-2} и $0.35 \times 10^{-2} \text{ мин}^{-1}$ для ПВ цветков и 0.89×10^{-2} , $1.17 \times 10^{-2} \text{ мин}^{-1}$ для ВРПС листьев и цветков соответственно.

3. Анализ сорбционного процесса показал, что при использовании ПВ листьев, ПВ и ВРПС цветков процесс лучше описывается уравнением Ленгмюра. В случае ВРПС листьев подчинение уравнениям Ленгмюра и Фрейндлиха оказалось сопоставимым.

4. Определена величина удельной поверхности сорбентов. Для ПВ и ВРПС листьев она составила 0.78 и $0.54 \text{ см}^2/\text{г}$ соответственно, а для ПВ и ВРПС цветков – 0.05 и $0.06 \text{ см}^2/\text{г}$ соответственно.

5. Установлено, что полисахариды листьев и цветков кампсиса укореняющегося обладают детоксикационными свойствами.

Список литературы

- Бжихатлова М.А., Андреева О.А., Оганесян Э.Т., Воронков А.В., Геращенко А.Д. Фенольные соединения листьев кампсиса укореняющегося // Современные проблемы науки и образования. 2015. №2–2. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22562>.
- Chan S.Y., Choo W.S., James Young D., Loh X.J. Pectin as a Rheology Modifier: Origin, Structure, Commercial Production and Rheology // Carbohydrate Polymers. 2017. Vol. 161. Pp. 118–139. DOI: 10.1016/j.carbpol.2016.12.033.
- Minzanova S.T., Mironov V.F., Arkhipova D.M., Khabibullina A.V., Mironova L.G., Zakirova Y.M., Milyukov V.A. Biological Activity and Pharmacological Application of Pectic Polysaccharides: A Review // Polymers (Basel). 2018. Vol. 10(12). 1407. DOI: 10.3390/polym10121407.
- Noreen A., Nazli Z.-i-H., Akram J., Rasul I., Mansha A., Yaqoob N, Iqbal R., Tabasum S., Zuber M., Zia K.M. Pectins Functionalized Biomaterials; a New Viable Approach for Biomedical Applications: A Review // International Journal of Biological Macromolecules. 2017. Vol. 101. Pp. 254–272. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.03.029.
- Карпович Н.С., Донченко Л.В. Пектин. Производство и применение. Киев: Урожай, 1989. 88 с.
- Мыкоц Л.П., Богдашев Н.Н., Туховская Н.А. Изучение влияния температуры на свойства пектина из стеблей льна // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. науч. тр. Пятигорск, 2008. Вып. 63. С. 309–310.
- Шелухина Н.П., Абаева Р.Ш., Аймухамедова Г.Б. Пектин и параметры его получения. Фрунзе, 1987. 108 с.
- Криштанова Н.А., Сафонова М.Ю., Болотова В.Ц. Перспективы использования растительных полисахаридов в качестве лечебных и лечебно-профилактических средств // Вестник ВГУ. 2005. №1. С. 212–221.

9. Кочетков Н.К., Бочков А.Ф., Дмитриев Б.А., Усов А.И., Чижов О.С., Шibaев В.Н. Химия углеводов. М., 1967. 672 с.
10. Аджиахметова С.Л., Мыкоц Л.П., Червонная Н.М., Харченко И.И., Туховская Н.А., Оганесян Э.Т. Изучение реологических и сорбционных свойств пектинсодержащих растворов из листьев рябины // Фармация и фармакология. 2017. №5. С. 442–456. DOI: 10.19163/2307-9266-2017-5-5-442-456.
11. Васильев В.Л., Морозова Р.Л., Кочергина Л.А. Аналитическая химия: лабораторный практикум. М., 2004. 456 с.
12. Васина Т.М., Мыкоц Л.П., Туховская Н.А., Зяблицева Н.С., Белоусова А.Л., Компанцев В.А. Использование сорбционной способности пектина, полученного кислотным экстрагированием из кожуры семян люпина // Сибирский медицинский журнал. 2012. №5. С. 115–117.
13. Мыкоц Л.П., Жилина О.М., Сысоева Т.Н. Изучение кинетики реакций образования полиуранатов свинца при взаимодействии ацетата свинца с биополимерами, выделенными из растительного сырья // Успехи современной науки и образования. 2017. Т. 9. №4. С. 161–164.
14. Мыкоц Л.П., Туховская Н.А., Бондарь С.Н. Определение кинетики сорбции катиона металла пектином из цитрусовых // Успехи современного естествознания. 2010. №6. С. 55–57.
15. Мыкоц Л.П., Бутенко Л.И., Туховская Н.А., Самоброд А.В. Отдельные физико-химические исследования полисахаридов семян льна // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. науч. тр. Пятигорск, 2014. Вып. 69. С. 146–149.
16. Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. М., 1974. 400 с.
17. Энтелс С.Г., Тигер Р.П. Кинетика реакций в жидкой фазе. Количественный учет влияния среды. М., 1973. 416 с.
18. Щукин Е.Д., Перцев А.В., Амалис А.Е. Коллоидная химия. М., 2006. 444 с.
19. Мыкоц Л.П., Романцова Н.А., Гущина А.В. Изучение сорбционной способности пектина, выделенного из плодов калины обыкновенной по отношению к ионам свинца // Фундаментальные исследования. 2013. №3–1. С. 197–200.
20. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. М., 1982. 400 с.
21. Цветков В.Н., Эскин В.Е., Френкель С.Я. Структура макромолекул в растворах. М.: Наука, 1964. 718 с.

Поступила в редакцию 1 ноября 2019 г.

После переработки 15 августа 2020 г.

Принята к публикации 27 января 2021 г.

Для цитирования: Бжихатлова М.А., Мыкоц Л.П., Туховская Н.А., Андреева О.А. Исследование сорбционной способности природных сорбентов, выделенных из камписа укореняющегося // Химия растительного сырья. 2021. №1. С. 71–78. DOI: 10.14258/jcprm.2021016618.

*Bzhikhatlova M.A.**, *Mykots L.P.*, *Tukhovskaya N.A.*, *Andreyeva O.A.* STUDY OF THE SORPTION ABILITY OF NATURAL SORBENTS ISOLATED FROM THE CAMPSIS RADICANS

Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – branch of the Volgograd State Medical University, pr. Kalinina, 11, Pyatigorsk, 357500 (Russia), e-mail: madina_bzhikhatlova@mail.ru

Currently, more and more chemical additives are used in food products, which leads to the accumulation of harmful substances in the body. Therefore, it is relevant to search for new substances of natural origin with detoxification properties. The aim of the work was to determine the sorption ability of pectin substances and water-soluble polysaccharides isolated from the leaves and flowers of the campsis radicans. By the method of N.K. Kochetkova and M. Sinner isolated polysaccharides from water-borne campsis leaves and flowers: water-soluble polysaccharides, pectin, hemicellulose A and hemicellulose B. The adsorption capacity of pectins and water-soluble polysaccharides was studied on the basis of their complexing properties with respect to lead ions. The determination of their content in the raffinate was carried out by titration with a solution of sodium ethylenediaminetetraacetate disubstituted. To evaluate the nature of the sorbent, the calculated Langmuir and Freundlich equations were used. A study of the sorption ability of polysaccharides isolated from leaves of the campsis radicans showed the presence of a high binding ability of Pb²⁺ ions in pectin substances was associated with 54.2%, and in water-soluble polysaccharides – 37.5%. Polysaccharides isolated from the flowers of the campsis radicans showed sorption activity in the ratio: pectin substances – 32.6%, water-soluble polysaccharides – 80.1%.

The expressed complexing ability of the studied polysaccharides with respect to lead ions was revealed. The ratio of the experimental and calculated data on the values of the adsorption of lead ions showed that the sorption process is largely subordinate to the Langmuir equation. Pectic substances and water-soluble polysaccharides obtained from the leaves and flowers of the campsis radicans can be considered as effective detoxifiers. Further study of the physicochemical properties will make it possible to assess the possibility of their biomedical use.

Keywords: campsis radicans, pectin substances, water-soluble polysaccharides, sorption, lead ions, complexing ability.

* Corresponding author.

References

1. Bzhikhatlova M.A., Andreyeva O.A., Oganessian E.T., Voronkov A.V., Gerashchenko A.D. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2015, no. 2–2. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22562>. (in Russ.).
2. Chan S.Y., Choo W.S., James Young D., Loh X.J. *Carbohydrate Polymers*, 2017, vol. 161, pp. 118–139. DOI: 10.1016/j.carbpol.2016.12.033.
3. Minzanova S.T., Mironov V.F., Arkhipova D.M., Khabibullina A.V., Mironova L.G., Zakirova Y.M., Milyukov V.A. *Polymers (Basel)*, 2018, vol. 10(12), 1407. DOI: 10.3390/polym10121407.
4. Noreen A., Nazli Z.-i-H., Akram J., Rasul I., Mansha A., Yaqoob N, Iqbal R., Tabasum S., Zuber M., Zia K.M. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2017, vol. 101, pp. 254–272. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.03.029.
5. Karpovich N.S., Donchenko L.V. *Pektin. Proizvodstvo i primeneniye*. [Pectin. Production and application]. Kiev, 1989, 88 p. (in Russ.).
6. Mykots L.P., Bogdashev N.N., Tukhovskaya N.A. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sb. nauch. tr.* [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2008, vol. 63, pp. 309–310. (in Russ.).
7. Shelukhina N.P., Abayeva R.Sh., Aymukhamedova G.B. *Pektin i parametry yego polucheniya*. [Pectin and parameters for its production]. Frunze, 1987, 108 p. (in Russ.).
8. Krishtanova N.A., Safonova M.Yu., Bolotova V.Ts. *Vestnik VGU*, 2005, no. 1, pp. 212–221. (in Russ.).
9. Kochetkov N.K., Bochkov A.F., Dmitriyev B.A., Usov A.I., Chizhov O.S., Shibayev V.N. *Khimiya uglevodov*. [Chemistry of carbohydrates]. Moscow, 1967, 672 p. (in Russ.).
10. Adzhiakhmetova S.L., Mykots L.P., Chervonnaya N.M., Kharchenko I.I., Tukhovskaya N.A., Oganessian E.T. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2017, no. 5, pp. 442–456. DOI: 10.19163/2307-9266-2017-5-5-442-456. (in Russ.).
11. Vasil'yev V.L., Morozova R.L., Kochergina L.A. *Analiticheskaya khimiya: laboratornyy praktikum*. [Analytical chemistry: laboratory practice]. Moscow, 2004, 456 p. (in Russ.).
12. Vasina T.M., Mykots L.P., Tukhovskaya N.A., Zyablitseva N.S., Belousova A.L., Kompantsev V.A. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 2012, no. 5, pp. 115–117. (in Russ.).
13. Mykots L.P., Zhilina O.M., Sysoyeva T.N. *Uspekhi sovremennoy nauki i obrazovaniya*, 2017, vol. 9, no. 4, pp. 161–164. (in Russ.).
14. Mykots L.P., Tukhovskaya N.A., Bondar' S.N. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya*, 2010, no. 6, pp. 55–57. (in Russ.).
15. Mykots L.P., Butenko L.I., Tukhovskaya N.A., Samobrod A.V. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sb. nauch. tr.* [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2014, vol. 69, pp. 146–149. (in Russ.).
16. Emanuel' N.M., Knorre D.G. *Kurs khimicheskoy kinetiki*. [Chemical kinetics course]. Moscow, 1974, 400 p. (in Russ.).
17. Entelis S.G., Tiger R.P. *Kinetika reaktsiy v zhidkoy faze. Kolichestvennyy uchet vliyaniya sredy*. [Kinetics of reactions in the liquid phase. Quantitative accounting of the influence of the environment]. Moscow, 1973, 416 p. (in Russ.).
18. Shchukin Ye.D., Pertsev A.V., Amalis A.Ye. *Kolloidnaya khimiya*. [Colloidal chemistry]. Moscow, 2006, 444 p. (in Russ.).
19. Mykots L.P., Romantsova N.A., Gushchina A.V. *Fundamental'nyye issledovaniya*, 2013, no. 3–1, pp. 197–200. (in Russ.).
20. Frolov Yu.G. *Kurs kolloidnoy khimii*. [Colloidal chemistry course]. Moscow, 1982, 400 p. (in Russ.).
21. Tsvetkov V.N., Eskin V.Ye., Frenkel' S.Ya. *Struktura makromolekul v rastvorakh*. [The structure of macromolecules in solutions]. Moscow, 1964, 718 p. (in Russ.).

Received November 1, 2019

Revised August 15, 2020

Accepted January 27, 2021

For citing: Bzhikhatlova M.A., Mykots L.P., Tukhovskaya N.A., Andreyeva O.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2021, no. 1, pp. 71–78. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2021016618.