

УДК [577.118:546.3-711]:615.246.2

**КИНЕТИЧЕСКОЕ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ АДсорбЦИИ ИОНОВ
БИОГЕННЫХ МЕТАЛЛОВ РАЗЛИЧНЫМИ ЭНТЕРОСОРБЕНТАМИ**

Барейша В. И., Лежайко А. С.

Научный руководитель: старший преподаватель Л. В. Чернышева

Учреждение образования

«Гомельский государственный медицинский университет»

г. Гомель, Республика Беларусь

Введение

В современной медицинской практике широко используются различные энтеросорбенты. Энтеросорбенты — лекарственные средства различной структуры, осуществляющие связывание экзо- и эндогенных веществ в желудочно-кишечном тракте путем адсорбции (атоксил, полисорб, активированный уголь). Положительное действие энтеросорбентов проявляется в: 1) поглощении токсических веществ, попадающих извне или токсических метаболитов, образующихся в результате метаболических процессов в ЖКТ; 2) сорбционной модификации диеты за счет избирательного поглощения аминокислот и свободных желчных кислот; 3) структуризации кишечного содержимого; 4) бактерицидном действии; 5) модификации химического состава кишечного содержимого, создающего неблагоприятную среду для размножения патогенной микрофлоры.

Но помимо положительных аспектов использования энтеросорбентов существуют и отрицательные: энтеросорбенты могут выводить из организма витамины, минеральные соли биогенных элементов, некоторые ферменты (пепсин, трипсин, амилаза), что требует коррекции терапии ферментными препаратами.

Цель

Целью настоящего исследования явилось изучение кинетических и термодинамических параметров адсорбции важных биогенных ионов (ионов кальция, магния и меди) энтеросорбентами разных поколений.

Материал и методы исследования

Настоящее исследование выполнялось в октябре 2020 – декабре 2020 гг. на базе кафедры общей и биоорганической химии Гомельского государственного медицинского университета.

Для исследования использовали энтеросорбенты, широко применяемые в современном здравоохранении: 1) активированный уголь — энтеросорбент первого поколения; 2) белый уголь — энтеросорбент четвертого поколения, основным компонентом которого является сверхвысокодисперсный диоксид кремния; 3) полипепфан, активным компонентом которого является лигнин — энтеросорбент четвертого поколения.

Изучение сорбции биометаллов (ионов кальция, магния и меди) проводилось из серии модельных водных растворов с различными исходными концентрациями адсорбатов (0,05; 0,10, 0,15, 0,20 и 0,25 моль/л). Масса адсорбента соответствовала рекомендуемым дозировкам. Время завершения эксперимента устанавливалось по времени достижения адсорбционного равновесия. Кинетика сорбционного процесса определялась путем отбора проб через фиксированные отрезки времени с последующим анализом концентрации ионов кальция, магния и меди в отобранных пробах. Содержание ионов кальция и магния определялось методом комплексонометрии. Концентрация ионов меди устанавливалась методом йодометрии [1].

На основе полученных кинетических данных были определены термодинамические параметры адсорбции. Для описания адсорбции металлов из разбавленных водных растворов при комнатной температуре было использовано уравнение Ленгмюра [2].

$$a = a_{\max} \frac{K_c}{K_c + 1},$$

где K — константа адсорбционного равновесия, которая характеризует сродство адсорбата к сорбенту; a_{\max} — максимальная адсорбция, которая характеризует поглотительную способность энтеросорбента (его адсорбционную емкость); C — концентрация катионов металла в модельном растворе, моль/л.

Кинетика адсорбции тяжелых металлов удовлетворительно описывается параболическим уравнением, имеющим сходство с уравнением Фрейндлиха [1]:

$$a = k\tau^{\frac{1}{n}},$$

где a — адсорбция металла, моль/г; k — константа скорости адсорбции; τ — время, мин; n — параметр уравнения Фрейндлиха, определяемый графически.

Логарифмическое преобразование данного уравнения позволило рассчитать константы скорости адсорбции.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведенные исследования позволили выявить кинетические закономерности сорбционных процессов ионов кальция, магния, меди на энтеросорбентах различных типов. Полученные закономерности представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Кинетические параметры адсорбции биогенных металлов

Энтеросорбент	Константа скорости адсорбции $k \cdot 10^3, \text{мин}^{-1}$			$\tau_{\text{равн}}, \text{мин}$			Степень извлечения, %		
	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cu^{2+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cu^{2+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cu^{2+}
Уголь активированный	1,11	0,76	0,41	~8			76,7	62,1	48,8
Белый уголь	1,08	1,2	0,73				55,4	43,5	17,4
Полифепан	11,3	14,5	7,9				65,3	77,9	40,5

Приведенные данные позволили установить, что:

1) наиболее активно связывает и выводит биометаллы полифепан, сорбционные процессы характеризуются наибольшими значениями констант скорости, изменяющимися в диапазоне $7,9-11,3 \times 10^{-3} \text{мин}^{-1}$;

2) скорость извлечения вышеуказанных компонентов на активированном угле и белом угле примерно одинаковы;

3) наибольшая скорость сорбционных процессов на всех приведенных сорбентах зарегистрирована для ионов кальция и магния; скорость извлечения катионов меди значительно ниже;

4) время достижения равновесия на всех сорбентах одинакова.

Полученные кинетические данные легли в основу расчета термодинамических параметров процессов энтеросорбции. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 — Термодинамические параметры уравнения адсорбции Ленгмюра

Энтеросорбент	Адсорбция металла $a_{\max}, \text{ммоль/г}$			Константа адсорбционного равновесия K		
	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cu^{2+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cu^{2+}
Уголь активированный	8,33	20,0	9,98	5,6	9,0	2,0
Белый уголь	12,0	3,9	4,4	3,2	1,8	2,1
Полифепан	4,4	12,5	2,5	15,4	18,8	9,0

Полученные данные позволили сделать выводы о том, что:

1) наиболее активным энтеросорбентом, имеющим наибольшее сродство ко всем изученным адсорбатам, является полифепан, также он обладает наибольшей селективностью по отношению к катионам магния;

- 2) полифепан характеризуется самым большим сродством к биометаллам;
- 3) наименее активным энтеросорбентом явился белый уголь, но следует отметить, что адсорбционная емкость белого угля по кальцию в 3 раза превышает его адсорбционную емкость по магнию;
- 4) активированный уголь имеет относительно высокое сродство к катионам кальция и магния.

Выводы

Изучены кинетические и термодинамические характеристики сорбционных процессов, протекающих в водных растворах солей кальция, магния и меди под воздействием разных энтеросорбентов.

Полученные данные позволяют сделать вывод о невысокой степени извлечения биометаллов белым и активированным углем и сравнительно высокой их адсорбции полифепаном.

Продолжительное применение полифепана может привести к дефициту в организме ионов кальция и особенно ионов магния, а длительное или частое использование активированного угля может способствовать снижению количества ионов магния в организме пациента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия / Ю. Я. Харитонов. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. — 320 с.
2. Беляев, А. П. Физическая и коллоидная химия / А. П. Беляев, В. И. Кучук. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. — 752 с.

УДК 547.822.3:615.212.3-092.9

ИССЛЕДОВАНИЕ АНАЛЬГЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПИПЕРИДИНА С ЗАМЕЩЕНИЯМИ В 1-М И 4-М ПОЛОЖЕНИЯХ НА МОДЕЛИ ФОРМАЛИНОВОЙ ГИПЕРАЛГЕЗИИ

Василюк А. А.

Научный руководитель: д.б.н., доцент В. И. Козловский

**Учреждение образования
«Гродненский государственный медицинский университет»
г. Гродно, Республика Беларусь**

Введение

Независимо от причин возникновения, многие острые и хронические заболевания сопровождаются болью, резко снижающие качество жизни человека, его социальную адаптацию, вызывая постоянные страдания. Именно болевые синдромы являются одной из основных причин обращения людей за врачебной помощью. Более 90 % заболеваний ассоциированы с болью. Около 20 % человечества страдает от хронической боли. Ежедневно свыше 30 млн людей в мире принимают какой-либо анальгетик [1]. Однако применение всех имеющихся в настоящее время анальгетиков ограничивают или их побочные эффекты, или неэффективность при болевых синдромах различной этиологии и интенсивности. В связи с этим медицинское сообщество, безусловно, нуждается в новых более совершенных лекарственных средствах для облегчения боли.

Ранее на моделях термического (метод «горячей пластинки») и химического (метод «уксусных корчей») нами была изучена анальгетическая активность 13 производных пиперидина с замещениями в 1-м и 4-м положениях, которые были получены сотрудниками Института химических наук имени А. Б. Бектурова (Алматы, Республика Казахстан). Из 13 новых производных пиперидина наибольшую анальгетическую активность показали соединения АГВ-22 и АГВ-23. АГВ-23 показало выраженную анальгетическую активность в дозах 50 и 20 мг/кг на модели химического раздражения, на модели термического раздражения — в