

УДК 544.723.212

П. А. Мухортова,

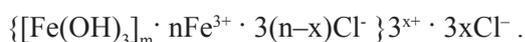
Институт фармации им. А. П. Нелюбина
Первого Московского государственного медицинского
университета им. И. М. Сеченова
Научные руководители: канд. хим. наук А. А. Жукова,
канд. хим. наук, доц. О. Н. Плахотная

Сравнение адсорбционной способности аптечных сорбентов по отношению к катионам железа (III)

Исследована адсорбция катионов железа (III) из водных растворов солей аптечными препаратами — углём активированным и белым углём. Концентрацию катионов железа (III) определяли до и после процесса адсорбции фотометрическим методом на фотоколориметре LEKI SS1104. Установлено, что все исследованные сорбенты обладают сорбционными свойствами по отношению к катионам железа (III). Активированный уголь характеризуется большей величиной адсорбции из расчета на массу адсорбента.

Ключевые слова: катионы Fe (III), адсорбция, фотоэлектроколориметрия, активированный уголь, белый уголь.

Хорошо известно, что растворы солей, содержащих катионы Fe^{3+} окрашены в желто-коричневый цвет из-за процесса гидролиза, следствием которого становится образование коллоидных растворов нерастворимого гидроксида $Fe(OH)_3$. Коллоидные частицы $Fe(OH)_3$ образуются уже при pH 2 [2]. Строение этих коллоидных частиц можно представить таким образом:



Данные водные коллоидные растворы имеют размеры частиц дисперсной фазы < 1 мкм и их практически невозможно подвергнуть процессу фильтрации. Их агрегативная и коагуляционная устойчивость объясняется малым размером частиц и двойным электрическим слоем, возникающим на поверхности этих частиц. Установлено, что избыточное потребление ионов железа вредно и опасно для здоровья человека. Для выделения катионов металлов из водных растворов часто используются методы, основанные на сорбции ионов на поверхности различных адсорбентов [1; 5]. В нашей работе мы решили проверить способность сравнительно недорогих аптечных препаратов адсорбировать катионы железа (III) и показать, что метод фотоэлектроколориметрического определения концентрации Fe^{3+} можно применять как сравнительно простой и дешевый метод сравнения сорбционной способности безрецептурных аптечных адсорбентов.

Экспериментальная часть

Для исследования из аптечного ассортимента недорогих сорбентов были выбраны следующие образцы (табл. 1).

Таблица 1

Список исследуемых образцов

| № п/п | Название | Производитель |
|-------|----------------------|---|
| 1 | Уголь активированный | Renewal |
| 2 | Уголь активированный | ОАО «Ирбитский химико-фармацевтический завод» |
| 3 | Белый уголь АКТИВ | ВТФ ООО |

Концентрацию катионов железа (III) определяли в исходном растворе и в фильтрате фотометрическим методом на фотоколориметре LEKI SS1104 при длине волны 400 нм. Измерение каждого раствора проводили три раза.

Концентрацию растворов рассчитывали из закона Бугера — Ламберта — Беера по формуле (1):

$$C = D/\epsilon l, \quad (1)$$

где C — концентрация раствора, ммоль/л,
 ϵ — коэффициент экстинкции л/ммоль·см,
 l — толщина кюветы, см.

Для определения адсорбционной способности иона Fe^{3+} на исследуемом препарате рассчитывали величину адсорбции по полученным экспериментальным данным. Для этого рассчитывали начальную концентрацию катиона в растворе и остаточную концентрацию катиона после адсорбции на

медицинском препарате по уравнению (1). Величину адсорбции вычисляли по уравнению (2):

$$\Gamma = \frac{(C_{\text{нач}} - C_{\text{кон}})V_{\text{раствора}}}{m_{\text{адсорбента}}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{нач}}$ — начальная концентрация катионов Fe^{3+} в растворе, ммоль/л;

$C_{\text{кон}}$ — концентрация катионов железа (III) в растворах после процесса адсорбции, ммоль/л;

$V_{\text{раствора}}$ — объем раствора, л;

$m_{\text{адсорбента}}$ — масса адсорбента (аптечного препарата).

Степень адсорбции катионов Fe^{3+} определяли по формуле (3):

$$\alpha = \frac{(C_{\text{нач}} - C_{\text{кон}}) 100 \%}{C_{\text{нач}}}, \quad (3)$$

где $C_{\text{нач}}$ — начальная концентрация катионов Fe^{3+} в растворе, ммоль/л;

$C_{\text{кон}}$ — концентрация катионов железа (III) в растворах после проведения адсорбции, ммоль/л.

Методика приготовления рабочих растворов

Вся химическая лабораторная стеклянная посуда, пипетки были обработаны горячей азотной кислотой (1 : 1), последовательно промыты проточной водопроводной водой и дистиллированной

водой. Был приготовлен стандартный раствор железоаммонийных квасцов концентрацией 1 мг/мл. Для определения железа фотометрическим методом готовили рабочий раствор трисульфосалицилата [3]. Пробу стандартного раствора объемом 30 мл помещали в химический стакан, добавляли две таблетки образца адсорбента, раствор перемешивали с помощью магнитной мешалки в течение 30 мин., затем раствор отфильтровывали и измеряли оптическую плотность согласно стандартной методике с сульфосалициловой кислотой [4].

Результаты и обсуждение

Результаты представлены в таблице 2.

Согласно полученным результатам, наибольшая величина адсорбции наблюдалась у активированного угля, что, скорее всего, связано с высокой удельной площадью поверхности образцов ($\approx 1000 \text{ м}^2/\text{г}$ согласно инструкции препаратов). Однако адсорбционная активность, рассчитанная на две таблетки каждого препарата, оказалась наибольшей у белого угля, что связано с высокой сорбционной способностью диоксида кремния, входящего в состав таблеток. Таким образом, мы показали, что лучший результат при адсорбции катионов железа (III) из организма человека будет достигнут в случае применения двух таблеток белого угля.

Таблица 2

Количественные характеристики процесса адсорбции катионов железа (III)

| № образца | $C_{\text{нач}}$, ммоль/л | $C_{\text{кон}}$, ммоль/л | $m_{\text{адсорбента}}$, г | $V_{\text{раствора}}$, л | Γ , ммоль/г | α , % |
|-----------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------|--------------|
| 1 | 1,882 | 0,436 | 0,500 | 0,030 | 0,087 | 76,8 |
| 2 | 1,882 | 0,505 | 0,500 | 0,030 | 0,083 | 73,2 |
| 3 | 1,882 | 0,114 | 0,836 | 0,030 | 0,063 | 93,9 |

1. Калюкова Е. Н., Иванская Н. Н. Исследование адсорбционных свойств некоторых природных сорбентов по отношению к катионам железа (III) // Вестн. Башкир. ун-та. — 2011. — Т. 16, № 1. — С. 25–28.

2. Неорганическая химия : в 3 т. / под ред. Ю. Д. Третьякова. — М. : Академия, 2007. — Т. 3, кн. 1. — 352 с.

3. ОСТ 39-191-85 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Определение содержания железа в промышленной сточной воде» (введен в действие приказом Министерства нефтяной промышленности от 2 декабря 1985 г. № 704). — URL: <http://gostrf.com/normadata/1/4293836/4293836585.htm> (дата обращения: 24.09.2020).

4. Пешкова В. М., Громова М. И. Методы абсорбционной спектроскопии в аналитической химии. — М. : Высш. школа, 1976. — 280 с.

5. Al-Anber M. A. Removal of high-level Fe^{3+} from aqueous solution using natural inorganic materials: Bentonite (NB) and quartz (NQ) // Desalination. — 2010. — 250 (3). — P. 885–891.