Исследование сорбционных свойств отрубей по отношению к тяжелым металлам

на примере ионов железа (III) и меди (II)

Работу выполнила:

Иванова Мария Михайловна

МАОУ «Гуманитарный лицей», г. Псков, 10 класс

 Научный руководитель:

Подкопаева Ирина Николаевна, учитель химии

МАОУ «Гуманитарный лицей», г. Псков

г. Псков

2020 год

**Исследование сорбционных свойств отрубей по отношению к тяжелым металлам на примере ионов железа (III) и меди(II)**

**Актуальность** Отруби – побочный продукт переработки зерна. Состав полезных веществ, витаминов, углеводов и минералов в отрубях не настолько важен, как наличие клетчатки. Именно нерастворимые волокна проходят по пищеварительному тракту транзитом, всасывают воду, токсины, шлаки, тяжелые металлы тем самым очищают организм. Сегодня отруби являются востребованным продуктом в диетологии.

Представляется интересным и важным исследовать сравнительную сорбционную активность различных видов отрубей по отношению к тяжелым металлам на примере ионов железа (III) и меди(II).

**Цель исследования** Оценить сорбционные свойства различных видов отрубей по отношению к ионам железа (III)и меди(II).

**Гипотеза** Продукты происхождения - отруби имеют высокую сорбционную активность по отношению к ионам тяжелых металлов.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

* познакомиться с литературой по теме исследования;
* провести спектрофотометрические исследования сорбционной активности различных видов отрубей по отношению к ионам железа (III)и меди(II);
* выявить продукты с наибольшей сорбционной способностью.

**Объекты исследования** Отруби ржаные, пшеничные,овсяные.

**Предмет исследования**  Сорбционная способность исследуемых продуктов.

**Метод исследования** Спектрофотометрический.

**1 Информационно-аналитический обзор литературы (Отруби)**

* 1. **Виды отрубей, их состав и свойства**

Отруби представляют собой внешнюю оболочку злака, которая ценится за высокое

содержание нерастворимых волокон. Отруби, как продукты, содержащие пищевые волокна, способны адсорбировать токсины, воду, ионы тяжелых металлов, в том числе и катионы железа (III) и меди (II).

 Отруби отличаются внешним видом, запахом, вкусом, степенью очистки. Чем тоньше и лучше обработана оболочка зерна, тем ниже содержание углеводов и калорийность, больше нерастворимых волокон. Основные виды отрубей: пшеничные, ржаные, рисовые, овсяные. Иногда можно встретить в продаже льняные, кукурузные, ячменные, гречишные и другие виды продукта. [1]

В зависимости от первоначального сырья калорийность, содержание витаминов и минеральных веществ различны.

Ржаные отруби – калорийный продукт. Энергетическая ценность 100 г вещества составляет 221 ккал. Основной составляющей оболочки зерна ржи являются углеводы. Поэтому при употреблении отрубей в пищу, быстро возникает и надолго сохраняется чувство сытости. В отрубях ржи практически нет холестерина, а белок содержит несколько ценных незаменимых аминокислот: лизин, треонин, метионин. Они придают волокнам способность сильно набухать. Отличительной чертой ржаных отрубей является повышенное содержание растительной клетчатки. Ее доля в составе оболочки зерна ржи доходит до 40%. Богаты ржаные отруби витаминами A, E группы B, в особенности пантотеновой кислотой. В них содержится много минералов: магний; хром; йод; цинк; калий; селен; медь; фосфор; железо; марганец; кальций. В этом отношении они превосходят пшеничные отруби. Входят в их состав также полисахариды, ферменты, полиненасыщенные кислоты (Омега-3, Омега-6). [1]

Овсяные отруби богаты марганцем, селеном, медью, цинком, железом, витаминами

группы B. В диетологии успешно используются овсяные отруби. Они прекрасно очищают кишечник, так как являются самыми жесткими, грубыми; понижают уровень холестерина в крови. Применение этого продукта является хорошей профилактикой атеросклероза,регулирует выброс глюкозы в кровь, поэтому они полезны при сахарном диабете. Лизин, содержащийся в продукте, предотвращает развитие остеопороза. Овсяные отруби

считаются лидерами по содержанию клетчатки. [1]

Но овсяные отруби могут выводить из организма не только вредные, но и полезные вещества. Избыток растительной клетчатки ведет к дефициту кальция, что вызывает проблемы с костной системой, нарушает обменные процессы. От этого страдают волосы, ногти, кожа. Польза и вред овсяных отрубей напрямую зависят от количества употребленного продукта.Суточная дозировка не должна превышать 30 г.

Пшеничные отруби являются самыми мягкими среди всех остальных видов, онимогут использоваться для лечения, профилактики некоторых заболеваний, способствуют похудению и оздоровлению. Применяют отруби и в косметологии для очищения и сохранения красоты кожи. Универсальными свойствами этого продукта является: высокое содержание бета-глюкана, что способствует снижению уровня холестерина, предотвращает возникновение атеросклероза и сохраняет чистоту сосудов.

Пшеничные отруби являются природным пребиотиком. Они способствуют улучшению микрофлоры кишечника и заселению органа полезными бактериями[1].

В рисовых отрубях содержатся витамины группы B, PP, E, K, присутствует холин, кальций и калий, цинк, медь, железо. Они улучшают работу печени и почек Снижают нагрузку при соблюдении [строгих белковых диет](http://www.prosto-mariya.ru/belkovaya-dieta-dlya-pohudeniya-na-7-dnej_1149.html).Способствуют похудению, хорошо насыщают, уменьшают чувство голода, выводят жир из организма.Снижают уровень холестерина в крови. Рисовые отруби помогают очистить сосуды, улучшают просветы, нормализуют циркуляцию крови и питание тканей[1].

Нельзя использовать отруби при обострении гастритов, язвенной болезни, колитов

 и энтеритов. Неумеренное употребление отрубей может привести к избыточному

газообразованию, нарушению деятельности желудочно-кишечного тракта.

Информация о пищевой ценности различных отрубей представлена в таблицах 1,2 (ПРИЛОЖЕНИЕ 1).

**1.2 Тяжелые металлы**

Тяжелые металлы, а также их соли попадают в организм человека из окружающей среды. Главный способ попадания в организм тяжелых металлов – это употребление в пищу продуктов, загрязненных ими. Термическая обработка пищи не оказывает на них воздействия.Некоторые металлы, например, медь, марганец, хром, железо, цинк являются необходимыми для организма человека. Однако попадая в организм в больших количествах, они становятся токсичными. Особая опасность тяжелых металлов заключается в способности накапливаться в организме, достигая опасных для здоровья показателей[3].

Избыточное железо может попадать в организм городского жителя вместе с ржавой водой из крана (по чугунным трубам), использование железной и чугунной посуды в приготовлении пищи повышает содержание в ней железа. К числу патологических изменений, вызванных избытком этого металла относятся: воспаление желудка и тонкой кишки, жировая дегенерация гепатоцитов, клеток миокарда и почечных канальцев, эмфизема легких[4].

Медь в избытке – элемент высокотоксичный. Причинами избытка могут являться проблемы с обменными процессами организма, частое применение медной посуды, неправильное лечение препаратами и БАДами, содержащими медь, реже в этом виноват род занятий человека. У человека, страдающего от избытка меди, нарушается сон и память, работа почек и печени, может появиться депрессия и аллергия, атеросклероз, анемия [3].

**2 Экспериментальная часть**

**2.1 Изучение маркировки исследуемых отрубей**

Исследование отрубей, расфасованных в потребительскую тару, начинали с

изучения маркировки.

Результаты изучения маркировки исследованных образцов отрубей представлены в таблице 3, (ПРИЛОЖЕНИЕ I).

**2.2 Спектрофотометрическое определение ионов железа (III)**

Для определения железа использовали роданидный метод, он основан на взаимодействии ионов железа (III) с роданид-ионами в кислой среде:

**Fe3+ + 3 SCN- = Fe(SCN)3** (1)

Спектрофотометрическое измерение массовой концентрации ионов железа (III) в растворе проводили на спектрофотометре ПЭ-5400УФ при длине волны λ = 490нм.

**Ход исследования:** Отмеряли 10 мл рабочего стандартного раствора, 1мл которого содержит 0,01 мг Fe3+, в мерную колбу на 50мл (раствор готовили по точной навеске), добавляли 2 капли концентрированной HNO3,1 мл 20% раствора KSCN и доводили дистиллированной водой до метки, измеряли оптическую плотность, в качестве контроля использовали дистиллированную воду[2].

На электронных весах взвешивали 2 г отрубей с точностью до 0,001 г. Помещали навескув колбу, приливали 50 мл рабочего раствора. Оставляли на 18 часов.

Фильтровали раствор. Отмеряли 10 мл фильтрата в мерную колбу на 50мл, готовили раствор к определению оптической плотности по той же схеме. Измеряли оптическую плотность раствора.

Концентрацию ионов железа Сх в растворе после поглощения находили по калибровочному графику. Расчеты производили по формуле:

$ C\_{}=C\_{x}∙(\frac{50}{V\_{пр}})$, (2)

где С –концентрация ионов железа(III)в мг/мл; Vпр – 10 мл исследуемого раствора;

50 – объем мерной колбы.

Расчет % убывания концентрации ионов железа производили по формуле:

С1(Fe3+) – С2(Fe3+) /С1(Fe3+)∙100%, (3)

где С1(Fe3+) – концентрация ионов в модельном растворе;С2(Fe3+)– концентрация ионов после эксперимента.

*Приготовление стандартных растворов для построения калибровочного графика*.

В мерные колбы на 50 мл отмеряли пипеткой 0, 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7 мл рабочего

стандартного раствора.Приливали1 мл 20% раствора KSCN и доводили дистиллированной водой до метки, измеряли оптическую плотность, в качестве контроля использовали дистиллированную воду. В результате получили серию стандартных растворов и построили калибровочный график в координатах «оптическая плотность (D) – концентрация ионов Fe3+(С, мг/мл)». График и экспериментальные данные для его построения представлены в таблице 3 и рис.1 (ПРИЛОЖЕНИЕ 2).

Экспериментальные данные для построения графика зависимости оптической плотности от концентрации ионов железа (III) в растворах, подвергшихся сорбционному воздействию различных видов каш представлены в таблице 4 (ПРИЛОЖЕНИЕ 3).

Результаты исследования сорбционной активности отрубейпредставлены на рис. 2

Рис.2 Концентрация ионов железа (III), мг/л в растворах, подвергшихся сорбционному воздействию различных видов отрубей

Расчет убывания концентрации ионов железа производили по формуле:

С1(Men+) – С2(Men+) /С1(Men+)∙100%, (3)

где С1(Men+) – концентрация ионов в модельном растворе;

С2(Men+)– концентрация ионов после эксперимента.

Результаты расчетов убывания концентрации ионов железа(III), %представлены на рис. 3.

Рис. 3Сорбционная способность различных видов отрубей

по отношению к ионам железа (III), %

**2.2Спектрофотометрическое определение ионов меди(II)**

Для определения ионов меди использовали спектрофотометрический метод, основанный на взаимодействии ионов меди (II) с диэтилдитиокарбаматом натрия в слабощелочном растворе с образованием соединения желтого цвета:

$ 2(C\_{2}H\_{5})\_{2}NCS\_{2}^{-}+Cu\_{}^{2+}\rightarrow Cu\left[(C\_{2}H\_{5})\_{2}NCS\_{2}\right]\_{2}$ (4)

Оптическую плотность (Dx) раствора измеряли при λ = 430нм.

**Ход исследования:**Отмеряли 10 мл рабочего стандартного раствора,в 1 мл раствора содержится 0,01 мг $Cu^{2+}$ в мерную колбу объемом 50 мл (раствор готовили по точной навеске), подкисляли 1-2 мл соляной кислоты; затем последовательно добавляли 0,5 мл раствора сегнетовой соли, 2,5 мл раствора аммиака, 0,5 мл раствора крахмала и 2,5 мл раствора диэтилдитиокарбамата натрия.Раствор доводили дистиллированной водой до метки. Измеряли оптическую плотность, в качестве контроля использовали дистиллированную воду[1].

На электронных весах взвешивали 2 г продукта с точностью до 0,001г. Помещали навеску отрубей в колбу, приливали 50 мл рабочего стандартного раствора. Оставляли на 18 часов.10 мл отфильтрованного раствор, отмеряли в мерную колбу 50 мл и готовили раствор к определению оптической плотности. Концентрацию ионов меди в растворе после поглощения определяли по калибровочному графику. График и экспериментальные данные для его построения представлены в таблице 5 и рис.3 (ПРИЛОЖЕНИЕ 2).

Расчет проводили по формуле:$ C\_{Cu}=C\_{x}∙(\frac{50}{V\_{пр}})$ (5)

Экспериментальные данные для построения графика зависимости оптической плотности от концентрации ионов меди (II) в растворах, подвергшихся сорбционному воздействию различных видов отрубейпредставлены в таблице 6 (ПРИЛОЖЕНИЕ 3).

Результаты исследования сорбционной активности различных видов отрубей по отношению к ионам меди (II) представлены на рис. 5

 Рис.5Концентрация ионов меди (II), мг/л в растворах, подвергшихся сорбционному воздействию различных видов отрубей

 Результаты расчетов убывания концентрации ионов меди (II)), %, в растворах, подвергшихся сорбционному воздействию различных видов отрубей, представлены на рис. 6.

Рис. 6 Сорбционная способность различных видов отрубей

по отношению к ионам меди (II),%

Сравнительные результаты убывания концентрации ионовжелеза (III) имеди (II), %, в растворах, подвергшихся сорбционному воздействию различных видов отрубей, представлены на рис. 7.

Рис.7 Сравнительная сорбционная активность ионов железа и меди

**3 Обсуждение результатов и выводы**

В процессе работы составлен информационно- аналитический обзор по теме исследования.

Построены калибровочные графики зависимости оптической плотности от

концентрации ионов железа (III) и меди (II)в растворах.Проведены спектрофотометрические исследования выбранных объектов с целью определения сорбционных свойств отрубей, по отношению к ионам железа (III) и меди (II).

По результатам проведенных исследованийустановлено, что все заявленные продукты имеют высокую сорбционную активность по отношению к ионам железа (III) - от 70 до 99% от начальной концентрации железа (III) в модельном растворе. Самый высокий результат показали гранулированные пшеничные и овсяные отруби «Elmika» - 90-91%поглощения и негранулированные овсяные отруби – 99%. Самый низкий результат у ржаных отрубей «ОГО» - 70% поглощения ионов железа, что, возможно, связанос составомпродукта, который содержит кроме отрубей различные наполнители, но и этот результат достаточно высокий. Таким образом, удалось экспериментально доказать, что все исследованные отруби являются очень эффективными сорбентами по отношению к ионам железа (III).

Установлено, что способность связывать ионы меди (II) у отрубей всех видов выражена достаточно слабо. Показатели поглощения незначительны, самый лучший результат у ржаных отрубей «Elmika» - 42%, другие виды отрубей имеют показателиот1 до 28%.

Результаты исследований демонстрируют селективный характер сорбционной активности отрубей по отношению к ионам различных металлов на примере ионов железа и меди.

Ржаные отруби лучше других поглощают ионы меди, а пшеничные и овсяные – ионы железа. Можно предположить, что это связано с различным механизмом взаимодействия ионов металлов с клетчаткой.

**Литература**

* 1. Польза и вред отрубей. Тонкости применения нашумевшего продукта. [Электронный ресурс]: <http://www.prosto-mariya.ru/polza-i-vred-otrubej_1283.html>
	2. В чем польза ржаных отрубей и как их принимать без вреда здоровью.[Электронный ресурс]: <http://polzateevo.ru/krupy/rzhanye-otrubi.html#yu-7>
	3. Волков В.Н., Давтян М.Л. Определение химического состава и качества природных, продуктов питания и минерального нерудного сырья. Псков, ПГПУ, 2007.
	4. Определение железа [Электронный ресурс]: http://505days.com/Fiziko-himicheskie-metody-analiza/Opredelenie-zheleza/.
	5. Медь - характеристика действия на организм человека, а также ее свойств пользы и вреда; избыток и недостаток элемента; список продуктов, в которых содержится [Электронный ресурс]: http://xcook.info/makrojelementy/med.html

6. Чем вредно для здоровья железо в воде? [Электронный ресурс]:

<http://www.watermap.ru/blog_items/chem-vredno-dlya-zdorovia->povyshennoe

-soderjanie-jeleza