

**Общероссийский фестиваль исследовательских и творческих работ учащихся  
«Портфолио ученика»**

**Секция: химия**

**Тема:** Определение содержания железа в продуктах питания до и после тепловой обработки.

**Автор:** Командорская Ангелина Александровна  
11 класс

**Научный руководитель:** Корабельникова Татьяна Анатольевна, учитель химии

**Место выполнения работы:** МАОУ Лицей №44

**2013 г**

**Содержание:**

I. Введение.

3

1.1. Актуальность темы. Формулировка гипотезы, целей и задач исследования.	3
1.1.1. Актуальность.	3
1.1.2. Объект исследования.	3
1.1.3. Предмет исследования.	3
1.1.4. Гипотеза.	4
1.1.5. Цели.	4
1.1.6. Задачи.	4
1.1.7. Планирование исследовательской работы.	4
1.2. Методы и методики решения основных задач.	4
II. Основная часть.	4
2.1. Теоретическое обоснование темы.	4
2.1.1. Анализ литературы.	4-7
2.1.2. Относительное содержание железа в разных продуктах питания.	7-9
2.2. Экспериментальная часть.	9
2.2.1. Практическая часть исследования.	9-12
А) Опыт 1.	10-11
Б) Опыт 2.	11-12
2.2.2. Общие выводы.	12-13
III. Заключение.	13
IV. Список литературы.	13
V. Приложения.	14-19

## **I. Введение**

**1.1. Актуальность темы. Формулировка гипотезы, целей и задач исследования.**

### **1.1.1. Актуальность:**

Без железа невозможна жизнь животных, растений и человека. Без него не

осуществимы жизненно важные процессы, без протекания которых всё живое обречено на гибель. Роль железа в организме огромна: железо входит в состав гемоглобина, необходимо для дыхания тканей, играет ключевую роль в процессах роста, входит в состав многих ферментов, участвующих в пищеварении и энергетическом обмене, играет важную роль в создании и проведении нервных импульсов по нервным волокнам, участвует в формировании клеток иммунной системы, поддерживая хороший иммунитет.

В нашем организме железа очень мало, но без него невозможно было бы осуществление многих функций. Основная роль железа в организме – участие в «рождении» красных (эритроцитов) и белых (лимфоцитов) кровяных клеток. Эритроциты содержат гемоглобин - переносчик кислорода, а лимфоциты ответственны за иммунитет. Железо также входит в состав антиокислительных ферментов (каталазы и пероксидазы), которые оберегают клетки от разрушительного действия продуктов окисления. Без него не могут полноценно работать щитовидная железа и центральная нервная система.

В последние годы возрастает количество больных анемией. Анемией называется клинко-гематологический синдром, характеризующийся уменьшением количества эритроцитов и гемоглобина в крови. Среди различных анемических состояний железодефицитные анемии являются самыми распространенными и составляют около 80% всех анемий. Железодефицитная анемия - гипохромная микроцитарная анемия, развивающаяся вследствие абсолютного уменьшения запасов железа в организме. Железодефицитная анемия возникает, как правило, при хронической потере крови или недостаточном поступлении железа в организм. По данным Всемирной организации здравоохранения, каждая 3-я женщина и каждый 6-й мужчина в мире (200 миллионов человек) страдают железодефицитной анемией.

Одной из причин заболеваний является недостаток железа в питании. Именно поэтому следует потреблять большое количество продуктов, содержащих достаточное количество железа.

Существует мнение, что железа содержится больше всего в свежих продуктах питания, не подверженных тепловой обработке. Поэтому мы решили проверить в каких продуктах питания содержание железа наибольшее, уменьшается ли его содержание при тепловой обработке и какие продукты необходимо употреблять в пищу, чтобы защитить свой организм от дефицита железа.

**1.1.2. Объект исследования:** Продукты питания, часто употребляемые нами: рис, овсянка, картофель, мясной фарш, яблоко, фасоль, гречка.

**1.1.3. Предмет исследования:** содержание в продуктах питания ионов железа до и после тепловой обработки.

**1.1.4. Гипотеза:** Если железа в продуктах питания до тепловой обработки больше, чем после тепловой обработки, то такие продукты питания следует употреблять в пищу для поддержания баланса железа в организме.

**1.1.5. Цели:**

1. Выяснить, в каких продуктах питания наиболее велико содержание ионов железа.
2. Сравнить содержание железа в продуктах питания до и после тепловой

обработки.

3. Провести работу среди учащихся лица по разъяснению необходимости употребления продуктов, содержащих большое количество ионов железа.

#### **1.1.6. Задачи:**

1. Определить относительное содержание ионов железа в свежих продуктах питания.
2. Используя методику определить относительное содержание железа в продуктах питания подвергнутых тепловой обработке.

#### **1.1.7. Планирование исследовательской работы:**

- 1) Постановка проблемы и доказательство ее актуальности.
- 1) Сбор информации о роли железа в организме человека и его содержании в различных продуктах питания.
- 1) Проведение практической части.

#### **1.2. Методы и методики решения основных задач.**

1. Теоретический анализ литературы и других источников информации, посвящённых проблематике исследования.
1. Определение содержания железа в свежих продуктах питания.
1. Определение содержания железа в продуктах питания подвергнутых тепловой обработке.

## **II. Основная часть**

### **2.1. Теоретическое обоснование темы.**

#### **2.1.1. Анализ литературы.**

Железо - один из самых распространённых элементов: в земной коре его содержится около 5%. Однако лишь примерно сороковая часть запасов этого металла сконцентрирована в виде месторождений, пригодных для разработок. Основные рудные минералы железа - магнетит, гематит, бурый железняк, сидерит. Магнетит содержит до 72% железа, как показывает его название, обладает магнитными свойствами. Гематит, или красный железняк, содержит до 70% железа. Совокупность специфических свойств железа и его сплавов делают его «металлом № 1» по важности для человека.

Без железа невозможна жизнь животных, растений и человека. Без него не осуществимы жизненно важные процессы, без протекания которых всё живое обречено на гибель. Роль железа в организме огромна:

1. Входит в состав гемоглобина - белка, необходимого для переноса кислорода красными клетками крови к тканям.
2. Необходимо для дыхания тканей - оно отдаёт кислород и забирает углекислый газ.
3. Железо в организме играет ключевую роль в процессах роста.
4. Входит в состав многих ферментов, участвующих в пищеварении и энергетическом обмене.
5. Железо в организме играет важную роль в создании и проведении нервных импульсов по нервным волокнам.
6. Участвует в формировании клеток иммунной системы, поддерживая хороший иммунитет.

В организме человека железо составляет всего 0,005-0,006% от общей массы тела. Если взрослый человек весит 70 кг, то всего 4 грамма приходится на долю железа. Почти 60%,

поступающего в организм железа расходуется на синтез гемоглобина. Некоторое количество (примерно 20%) - откладывается в мышцах, костном мозге, печени и селезенке. Еще 20% его используется для синтеза различных ферментов. У беременных и кормящих часть железа передается ребенку для полноценного формирования головного и костного мозга. Во время болезней его расход увеличивается, так как оно необходимо для синтеза иммунных клеток.

В нашем организме железа очень мало, но без него невозможно было бы осуществление многих функций. Основная роль железа в организме – участие в «рождении» красных (эритроцитов) и белых (лимфоцитов) кровяных клеток. Эритроциты содержат гемоглобин - переносчик кислорода, а лимфоциты ответственны за иммунитет. Железо также входит в состав антиокислительных ферментов (каталазы и пероксидазы), которые оберегают клетки от разрушительного действия продуктов окисления. Без него не могут полноценно работать щитовидная железа и центральная нервная система.

Железо может накапливаться в нашем организме: в печени, селезенке и костном мозге, поэтому организм может его использовать, когда это необходимо. При достаточных запасах железа и нормальной работе органов и систем болезни, связанные с недостатком железа не возникают.

Железо принимает участие в работе щитовидной железы, поддерживает хороший уровень иммунной защиты – клеточный и местный иммунитет сохраняется при условии достаточного количества железа в организме.

От железа зависит активность ферментов, принимающих участие в разрушении и уничтожении попадающих в наш организм патогенных микробов и посторонних частиц – процессе фагоцитоза. Фагоцитами называют клетки, способные захватывать и переваривать всё чужеродное и вредное, в том числе другие разрушенные клетки. От их активности зависит способность сыворотки крови защищаться от болезнетворных бактерий.

Железо способствует выведению токсинов из организма, участвует в процессах регенерации, улучшает состояние кожи, структуру волос и ногтей.

Многие ферменты и белки, необходимые нашему организму, содержат в своём составе железо. С его помощью контролируется холестериновый обмен и синтез ДНК, протекают окислительно-восстановительные реакции, осуществляется энергетический обмен в клетках и замедляется процесс образования свободных радикалов.

Обычное сбалансированное питание может полностью обеспечить человека необходимым количеством железа, однако его нехватку действительно испытывают многие люди. Дело в том, что усвоение железа может происходить по-разному. Железо, содержащееся в красном мясе, называют «органическим»; считается, что оно усваивается лучше, чем железо из растений, которое почему-то называют «неорганическим». Между тем, железо из мясных продуктов и круп усваивается достаточно трудно, тогда как, например, регулярное употребление сельдерея способно восстановить баланс этого элемента в организме за несколько недель. Всасывание железа в кишечнике может замедляться в присутствии фитиновой и щавелевой кислот. Лучшему усвоению железа способствуют

витамин С и витамины группы В.

В организме маленьких детей запасы железа небольшие, если они вообще есть, так что им необходимо получать легкоусвояемое железо из питания – иначе их органы, ткани и кровь будут находиться не в лучшем состоянии. К сожалению, в наше время встречается всё больше детей, с первых лет жизни страдающих анемией, снижением аппетита и раздражительностью.

### **Суточная потребность в железе.**

Установленные Институтом питания нормы потребления железа одинаковы и для детей, и для взрослых, и составляют 15 мг в сутки. Однако мнения учёных расходятся, и эти нормы часто требуют уточнения – ведь мы усваиваем далеко не всё железо, которое есть в пище.

### **Нехватка и переизбыток железа в организме.**

Нехватка железа может возникнуть при нарушении клеточного дыхания, которое развивается из-за недостатка двигательной активности; от неправильного питания и модных диет; регулярного употребления рафинированных и богатых фосфатами продуктов: сахара, белого хлеба и выпечки из белой муки, белого риса, консервированных продуктов и бесполезных сладостей.

Дефицит железа приводит к анемии, сильной утомляемости, снижению способности к обучению, повышенной чувствительности к холоду, потере работоспособности и выносливости, мышечной слабости; нарушению работы щитовидной железы, деформации ногтей, потере вкуса, болям по всему телу и нервным расстройствам.

Самыми распространенными симптомами дефицита железа являются:

1. Чувство усталости.
2. Бледная кожа, её шершавость и сухость.
3. Болезненные трещины в уголках рта и трещины на коже пяток.
4. Запор.
5. Ломкие ногти и слабые зубы.
6. Сухость ротовой полости, доходящая до того, что пища с трудом продвигается по пищеводу.

Учёные пытались найти такие соединения железа, которые можно добавлять к продуктам питания, с целью обогащения рациона человека, однако результаты многочисленных исследований показали, что организм может усвоить только 5% из этих добавок. Было решено, что железо вообще усваивается в очень небольших количествах. Однако, когда к продуктам добавляли большие дозы витамина С, усвоение железа увеличивалось. Если же в продуктах питания много кальция и сахара, то это быстро приводит к дефициту железа и ослаблению иммунитета. Получается, что учёные пока не могут определить, сколько именно железа нужно каждому из нас. Остаётся только заботиться о том, чтобы усвояемое, органическое железо постоянно поступало в наш организм с продуктами питания. Может показаться, что проблема решается приёмом препаратов железа, но это не так: организм усваивает именно природные соединения железа, а синтезированные

искусственно – не воспринимает. К тому же нередко встречается непереносимость препаратов железа, проявляющаяся изжогой, диареей, запорами. Избыток железа в организме тоже опасен, и устранить его сложнее, чем недостаток. У детей даже может возникнуть острое отравление, вызванное переизбытком химического железа, а слишком большие дозы могут привести к смертельному исходу. У взрослых передозировка вызывает воспалительные процессы в печени, приводит к развитию рака и ишемической болезни сердца.

### **Содержание железа в продуктах питания.**

Продукты питания, содержащие железо в легкоусвояемой форме в максимальном количестве это, прежде всего, мясо и печень. Много железа в баранине и крольчатине. Железо, содержащееся в растительных продуктах питания, усваивается хуже, но не стоит сбрасывать ее со счетов. Продукты, содержащие железо растительного происхождения – это морская капуста, тыквенные и подсолнечные семечки, грецкие орехи, зеленые овощи, листовой салат и цельная гречневая крупа.

Фрукты также богаты железом. Особенно богаты им некоторые сорта яблок, например, антоновка. Прекрасно восполняют недостаток железа спелые гранаты и хурма. Из ягод следует отметить чернику.

#### **2.1.2. Относительное содержание железа в разных продуктах питания.**

### **СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗА В МЯСНЫХ ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ**

*Таблица 1- Содержание железа в мясных продуктах питания.*

МЯСНОЙ ПРОДУКТ	ЖЕЛЕЗО в мг на 100 г съедобной части продукта
Печень свиная	19
Печень кур	17
Печень телячья	11
Печень говяжья	8.2
Яичный желток	7.2
Сердце кур	5.6
Язык говяжий	5.0
Мясо кролика	4.5
Индейка	4,0
Яйца перепелиные	3,2
Телятина	3,0

Говядина	2,8
Баранина	2,5
Икра черная белужья	2,5

В данной таблице мы можем увидеть, что продукты наиболее богатые железом - свинья, куриная и телячья печень.

## **СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗА В РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ**

*Таблица 2-* Содержание железа в растительных продуктах питания.

РАСТИТЕЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ	ЖЕЛЕЗО в мг на 100 г съедобной части продукта
Шиповник сухой	25
Морская капуста	16
Кунжут семя	16
Тыквенные семечки	14
Чечевица	12
Гречка	8
Черника	7
Подсолнечник семя	6
Яблоки сушеные	6
Миндаль	4,5
Персики	4,0
Шпинат	3,5
Курага	3

В данной таблице мы можем увидеть, что продукты наиболее богатые железом – сухой шиповник, морская капуста, кунжут.

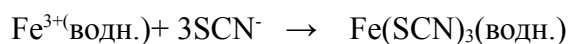
### **2.2. Экспериментальная часть.**

#### **2.2.1. Практическая часть исследования.**

В продуктах питания содержится 3-х валентное железо; когда оно поступает в организм, то становится 2-х валентным – так лучше происходит усвоение.

Метод, положенный в основу данного исследования, основан на крайне чувствительной реакции взаимодействия ионов железа (III) с тиоционат-ионом  $\text{SCN}^-$ , приводящей к появления ярко-красной окраски.





Интенсивность окраски определяется количеством присутствующих в исходном растворе ионов железа (III). Метод очень чувствителен. Заметное красное окрашивание проявляется при содержании этих ионов в миллионных долях. Количественное определение основано на визуальном сравнении интенсивности цвета анализируемого и стандартных растворов.

Для удаления органических веществ, мешающих проведению анализа, образцы продуктов питания прокаливают при высокой температуре. Органические соединения сгорают с образованием воды и диоксида углерода. Минеральные соли остаются в золе и затем растворяются в соляной кислоте.

#### Приготовление стандартных растворов.

Необходимо приготовить 6 стандартных растворов с различным содержанием  $\text{Fe}^{3+}$ . Это можно сделать следующим образом: растворить 0,5 г хлорида железа (III) в 9,5 мл дистиллированной воды, при этом получится 1% стандартный раствор Fe.

Дальнейшие операции производятся путем последовательного разбавления:

Отмеченные на схеме звездочкой растворы - стандартные растворы  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ , интенсивность окраски которых соответствует содержанию железа: 0,0050%, 0,0025%, 0,00125%, 0,0010%, 0,00050%, 0,00025%. [фото 1,2]

#### Порядок исследования.

1. Положить в фарфоровый тигель 2,5 г образца.
1. Поставить тигель в песчаную баню, закрыв крышкой, прокалить тигель.
1. Прокаливание продолжить до превращения образца в черную золу.
1. Когда тигель остынет, перенести всю золу в емкость не менее 50 мл. Добавить в стакан 10мл 2 М HCl и интенсивно перемешать. Затем добавить 5 мл  $\text{H}_2\text{O}$ .

##### 1 Приготовление 2 М HCl:

2 М HCl в 1 л раствора.

$$m_{(\text{HCl})}=73\text{г}$$

$$V_{(\text{H}_2\text{O})}=1000\text{мл}$$

$$V_{(\text{H}_2\text{O})}=1000-73=927 \text{ мл}$$

$$V_{(\text{HCl})}=2M_{(\text{HCl})} \cdot \rho_{(\text{HCl})} = ((35,5+1) \cdot 2):1,1=66,4 \text{ мл}$$

Берем в 2 раза меньше:  $V_{(\text{HCl})}=33,2\text{мл}$ ;  $V_{(\text{H}_2\text{O})}= 463,5\text{мл}$

5.Собрать прибор для фильтрования. Под воронку поставить пробирку для сбора фильтрата.

6.Вылить содержимое стакана на фильтр и собрать 5 мл фильтрата в пробирку. Остальной раствор и осадок на фильтре выбросить.

7.Добавить к фильтрату 5 мл 0,10 М раствора KSCN. Закрыть пробкой, перевернуть и интенсивно встряхнуть.

##### 2 Приготовление 0,10 М раствора KSCN:

$$M_{(\text{KCNS})}=97\text{г/моль}$$

$$V_{(\text{H}_2\text{O})}=1000\text{мл}$$

$$V_{(\text{H}_2\text{O})}=1000-9,7=991 \text{ мл}$$

Берем:  $m_{(\text{KCNS})}=2,425\text{г}$

$$V_{(\text{H}_2\text{O})}=247,5\text{мл}$$

8.Сравнить полученную окраску со стандартной.

9. Записать примерные концентрации ионов железа в анализируемом растворе.

В исследовании было определено относительное содержание железа в некоторых продуктах питания: свежих и подвергнутых тепловой обработке. Исследовали продукты питания, употребляемые нами каждый день.

Свежие продукты питания: овсянка, гречневая крупа, смесь говяжьего и свиного фарша, яблоко, фасоль, рис, картофель.

Обрабатывали те же самые продукты.

#### Подготовка к работе.

Приготовили 1%-ный стандартный раствор  $\text{Fe}^{3+}$ , путем последовательного разбавления получили стандартные растворы с различным содержанием железа: 0,0050%, 0,0025%, 0,00125%, 0,0010%, 0,00050%, 0,00025%. [фото 1,2]

Поместили по 5 мл каждого фильтрата в пробирки и добавили по 5 мл 0,10 М KSCN. Получили стандартные растворы  $(\text{FeSCN})^{2+}$ , интенсивность окраски которых соответствует содержанию железа  $\text{Fe}^{3+}$ .

#### **А) Опыт 1.**

##### ***Обнаружение ионов $\text{Fe}^{3+}$ в свежих продуктах питания.***

*Свежие продукты питания:* овсянка, гречневая крупа, фарш, яблоко, фасоль, рис, картофель.

1. Взвесили по 2,5 г каждого образца.
1. Поочередно поместили 2,5 г каждого образца в тигель. (Тигель после каждого образца хорошо промыли)
1. Прокалили тигель до превращения каждого образца в черную золу.
1. После остывания тигля поместили всю золу от каждого образца в емкость объемом 100 мл. Добавили в стакан 10 мл 2 М HCl и интенсивно перемешали. Затем добавили 5 мл дистиллированной воды. [фото 3]
1. Собрали прибор для фильтрования для каждого образца, под воронку поставили пробирку для сбора фильтрата.  
Содержание стакана с каждым образцом вылили на фильтр и собрали 5 мл фильтрата в чистую пробирку. Остальной раствор и осадок на фильтре выбросили.
6. К 5 мл фильтрата добавили 5 мл 0,10 М раствора KSCN. Закрыли каждую пробирку пробкой, перевернули и интенсивно встряхнули. [фото 3]
6. Сравнили полученную окраску со стандартной. [фото 4,5,6,7,8,9,10]

**Вывод:** в ходе опыта было определено относительное содержание железа в свежих продуктах питания.

*Относительное содержание железа в свежих продуктах питания:* 0,10%- не обнаружено в исследуемых продуктах питания; 0,010%-овсянка, рис, яблоко; 0,0010%- фарш, картофель; 0,00050%- не обнаружено в исследуемых продуктах питания; 0,00025%-фасоль; 0,0050%- не обнаружено в исследуемых продуктах питания; 0,0025- не обнаружено в исследуемых продуктах питания; 0,00125%-гречневая крупа.

*Наибольшее содержание железа в свежих продуктах питания:* овсянка, яблоко, рис, гречневая крупа, фасоль.

#### **Б) Опыт 2.**

##### ***Обнаружение ионов $\text{Fe}^{3+}$ в продуктах питания, подвергнутых тепловой обработке.***

*Продукты питания, подвергнутые тепловой обработке:* овсянка, гречневая крупа, фарш, яблоко, фасоль, рис, картофель.

1. Взвесили по 2,5 г каждого образца.
1. Поочередно поместили 2,5 г каждого образца в тигель. (Тигель после каждого образца хорошо промыли)
1. Прокалили тигель до превращения каждого образца в черную золу.
1. После остывания тигля поместили всю золу от каждого образца в емкость объемом 100 мл. Добавили в стакан 10 мл 2 М HCl и интенсивно перемешали. Затем добавили 5мл дистиллированной воды.[фото 3]
1. Собрали прибор для фильтрования для каждого образца, под воронку поставили пробирку для сбора фильтрата.  
Содержание стакана с каждым образцом вылили на фильтр и собрали 5 мл фильтрата в чистую пробирку. Остальной раствор и осадок на фильтре выбросили.
6. К 5 мл фильтрата добавили 5 мл 0,10 М раствора KSCN. Закрыли каждую пробирку пробкой, перевернули и интенсивно встряхнули. [3]
6. Сравнили полученную окраску со стандартной. [фото 11,12,13,14,15,16,17]

**Вывод:** в ходе опыта было определено относительное содержание железа в продуктах питания подвергнутых тепловой обработке.

*Относительное содержание железа в продуктах питания подвергнутых тепловой обработке:* 0,10%- не обнаружено в исследуемых продуктах питания; 0,010%- не обнаружено в исследуемых продуктах питания; 0,0010%- сухофрукты яблоко; 0,00050%- вареная гречка, вареная фасоль; 0,00025%- овсянка вареная, фарш вареный; 0,0050%-рис вареный; 0,0025%- не обнаружено в исследуемых продуктах питания; 0,00125%- картофель вареный.

*Наибольшее содержание железа в продуктах питания, подвергнутых тепловой обработке:* сухофрукты яблоко, рис вареный, картофель вареный.

### 2.2.2. Общие выводы.

#### Сравнительная таблица.

*Таблица 3-* Сравнительное содержание ионов железа в продуктах питания до и после тепловой обработки.

Продукт	Относительное содержание ионов железа до тепловой обработки	Продукт	Относительное содержание ионов железа после тепловой обработки
Гречка	0,00125%	Гречка	0,00050%
Овсянка	0,010%	Овсянка	0,00025%
Рис	0,010%	Рис	0,0050%
Картофель	0,0010%	Картофель	0,00125%
Фасоль	0,00025%	Фасоль	0,00050%
Яблоко	0,010%	Яблоко	0,0010%
Фарш	0,00025%	Фарш	0,00025%

Выводы:

1.В ходе исследования было выяснено, что действительно, все продукты питания теряют некоторое количество железа при тепловой обработке, кроме фасоли. Фасоль при варке

приобрела 0,00025% железа. Мы предполагаем, что это связано с тем, что фасоль состоит из белка растительного происхождения, который обладает повышенной адсорбционной способностью. Поэтому извлекает ионы железа, содержащиеся в водопроводной воде. Но этот вопрос требует дальнейшего изучения.

2. Проанализировав источники информации о поступлении железа в организм человека выяснили, что железо усваивается лучше если совмещать прием продуктов с большим содержанием железа и продукты содержащие: витамин С, лимонную кислоту, фолиевую кислоту, фруктозу, сорбит и витамин В12. А именно:

- апельсины и апельсиновый сок;
- грейпфрут, киви, дыня, манго, клубника.;
- помидоры и томатный сок;
- сладкий перец;
- картофель;
- белокочанная капуста;
- брокколи;
- зеленые листовые овощи;

### **III. Заключение.**

Изучив литературу по данному вопросу, выяснили, что употребление продуктов питания, содержащих железо необходимо для подростков, чтобы избежать заболеваний, возникающих вследствие недостатка этого элемента в организме.

Избежать потерь железа при тепловой обработке невозможно, но можно их снизить, соблюдая следующие правила:

1. Варить продукты в меньшем количестве воды, так как 25-60% железа переходят в бульон.
2. По возможности не нарезать продукты до приготовления, либо измельчать не сильно.

Таким образом, удастся сохранить большее количество железа в продуктах питания при тепловой обработке.

### **IV. Список литературы.**

- 1 <http://www.povarenok.ru/articles/show/3881/>
- 1 <http://edaplus.info/minerals/products-containing-iron.html>
- 1 <http://www.inflora.ru/directory/vitamins-and-minerals/iron.html>
- 1 <http://zhelezo-v-produktah-pitaniya.woman-vishivka.ru/>
- 1 <http://www.ukzdor.ru/ferrum.html>

### **V. Приложения.**

Фото 1- 1%-ные стандартные раствор  $\text{Fe}^{3+}$



Фото 2- 1%-ные стандартные раствор  $\text{Fe}^{3+}$

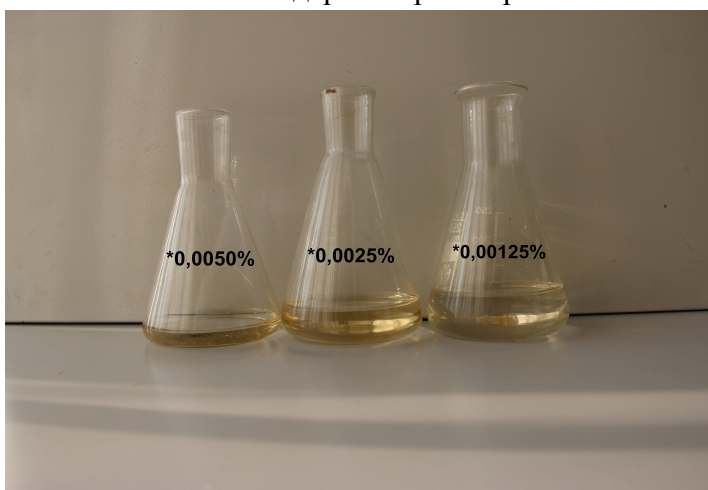


Фото 3- 2 М HCl и 0,10 М KCNS

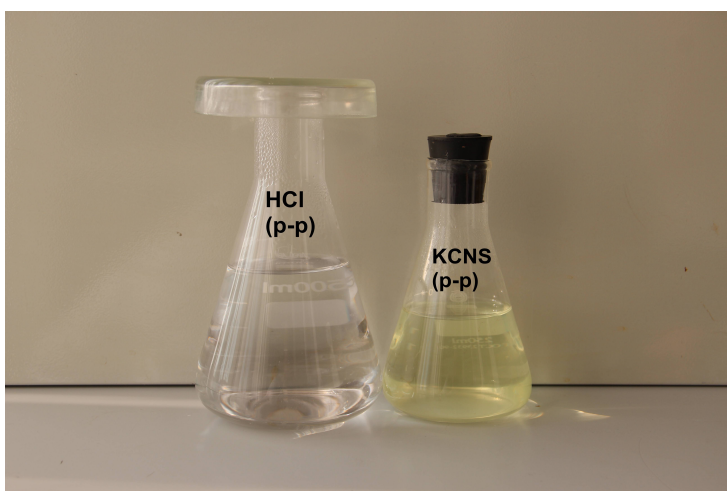


Фото 4- Гречка до тепловой обработки и стандартный раствор 0,00125%

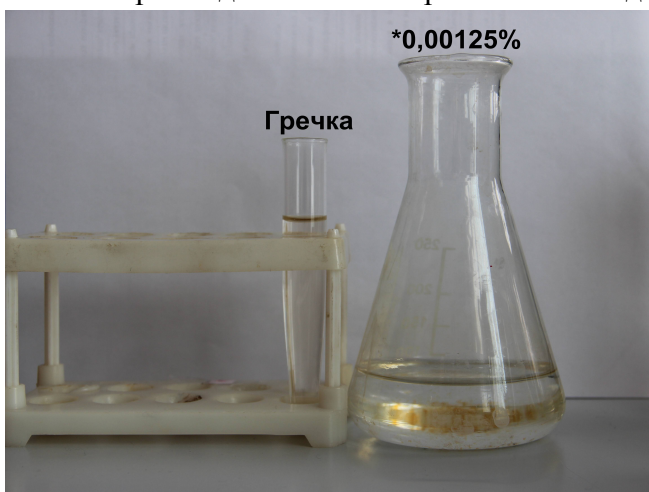


Фото 5- Овсянка до тепловой обработки и стандартный раствор 0,010%

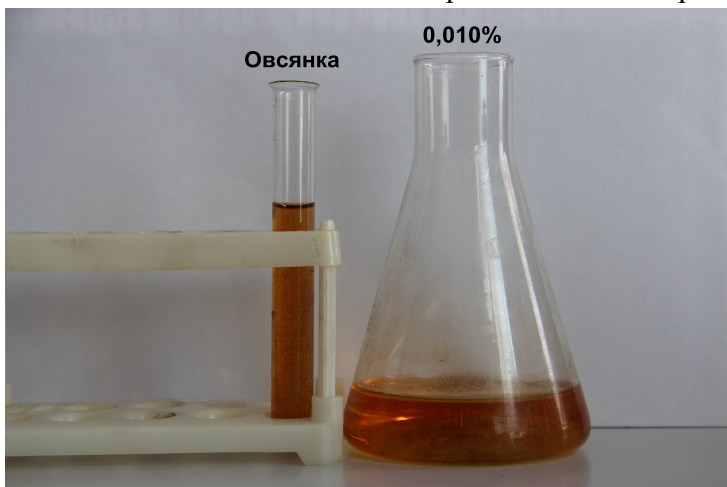


Фото 6- Рис до тепловой обработки и стандартный раствор 0,010%



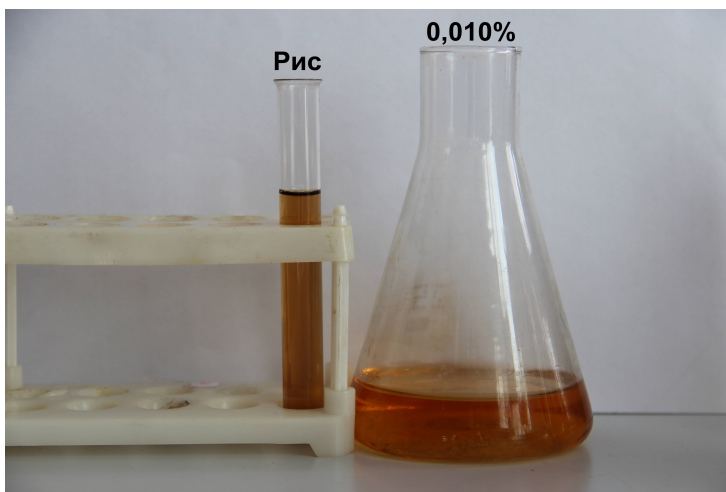


Фото 7- Картофель до тепловой обработки и стандартный раствор 0,0010%

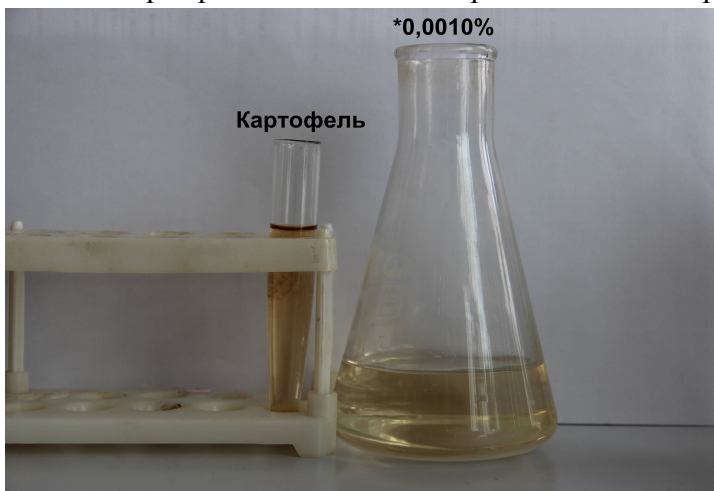


Фото 8- Фасоль до тепловой обработки и стандартный раствор 0,00025%



Фото 9- Яблоко до тепловой обработки и стандартный раствор 0,010%

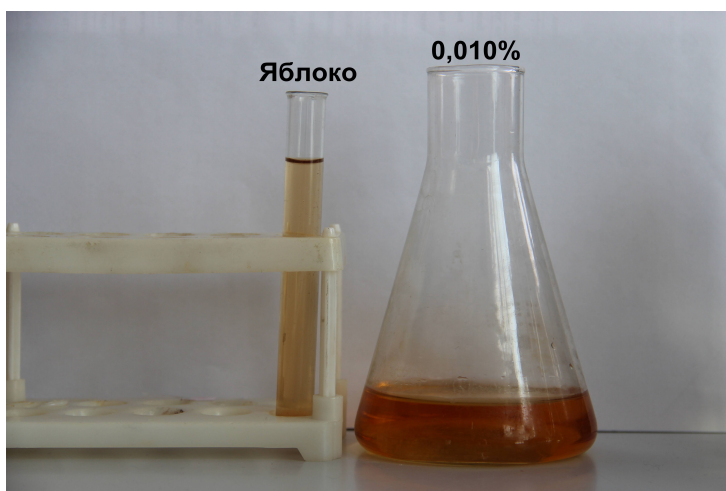


Фото 10- Фарш до тепловой обработки и стандартный раствор 0,0010%

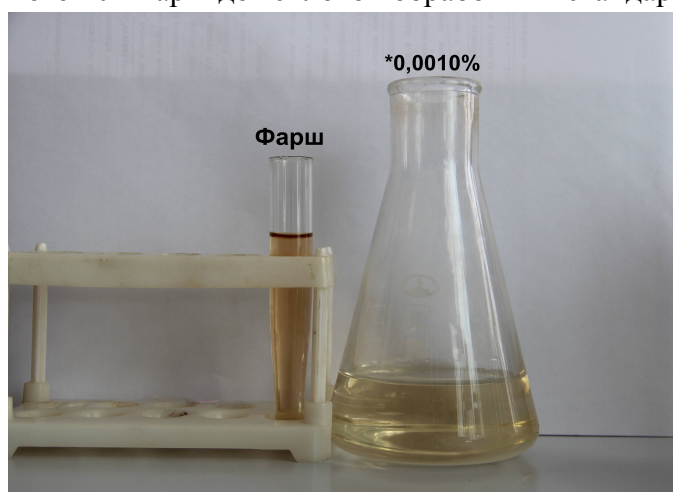


Фото 11- Гречка после тепловой обработки и стандартный раствор 0,00050%

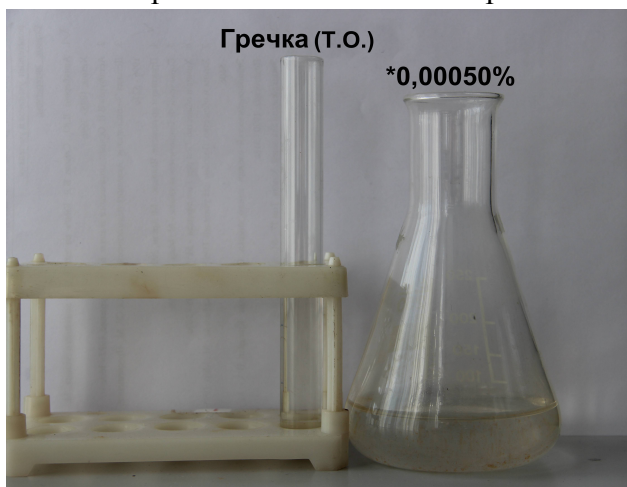


Фото 12- Овсянка после тепловой обработки и стандартный раствор 0,00025%



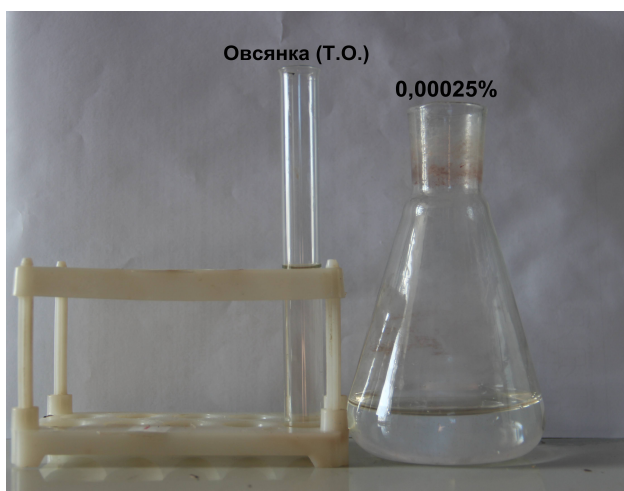


Фото 13- Рис после тепловой обработки и стандартный раствор 0,0050%

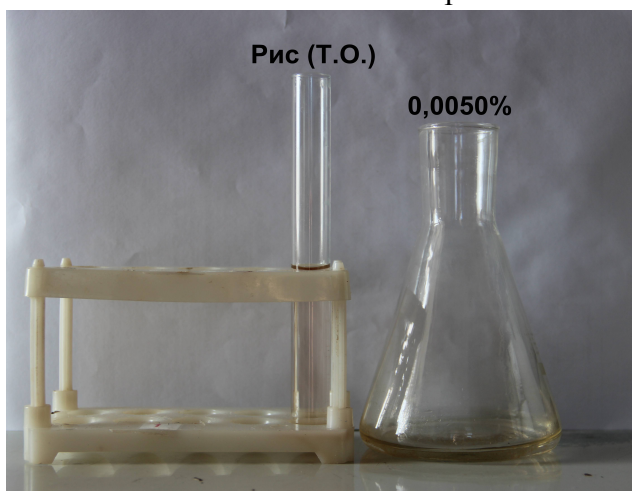


Фото 14- Картофель после тепловой обработки и стандартный раствор 0,00125%

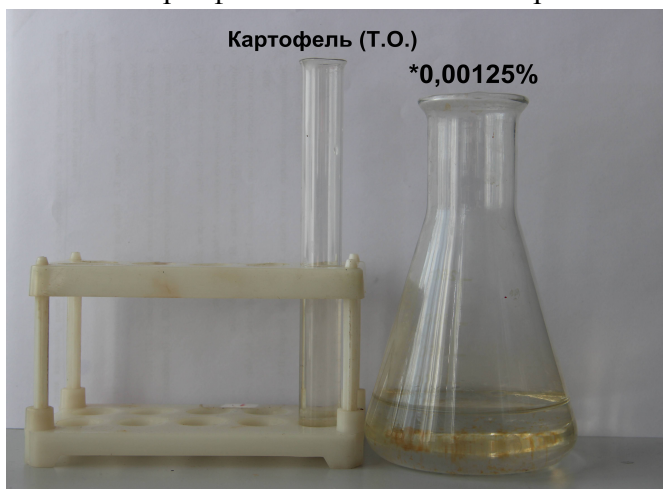


Фото 15- Фасоль после тепловой обработки и стандартный раствор 0,00050%

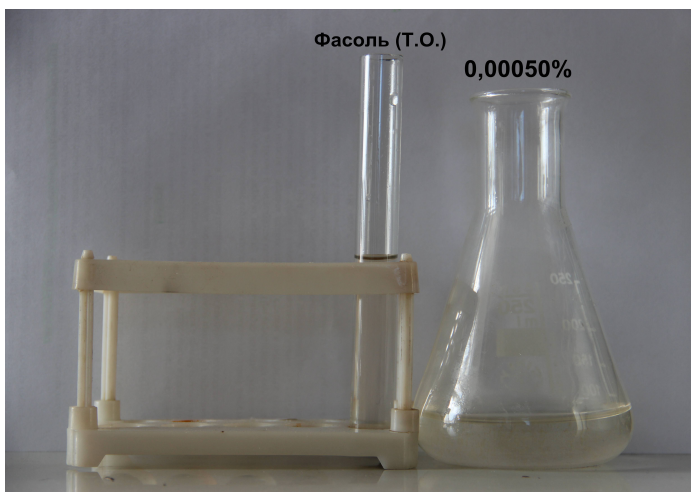


Фото 16- Яблоко после тепловой обработки и стандартный раствор 0,0010%

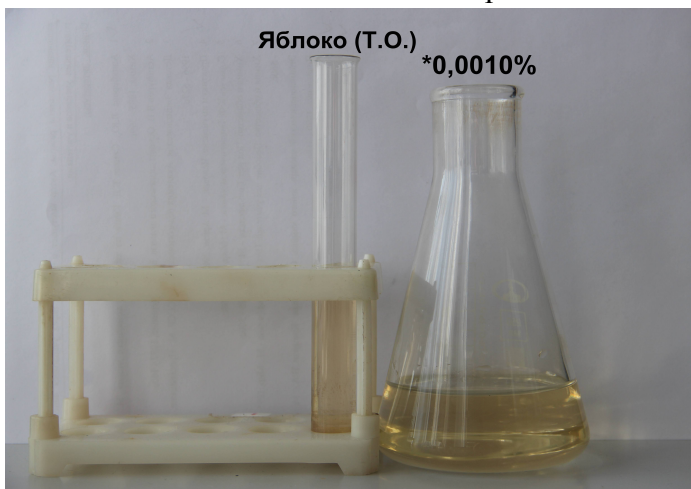


Фото 17- Фарш после тепловой обработки и стандартный раствор 0,00025%

