

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА №324  
КУРОРТНОГО РАЙОНА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

**Исследовательская работа  
Определение примесей в пищевой поваренной  
соли**

**Авторы проекта:**

учащиеся 8 класса

Шахов Вадим, Назаренко Арина

**Руководитель проекта:**

Учитель химии и биологии

Верко Н.П.

**Санкт-Петербург - 2023**

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	2-4
Глава 1. Теоретическая часть	
1.1. Соль поваренная пищевая.....	5-6
1.2. Технологии добычи соли.....	6-8
1.3. Области применения поваренной соли.....	8-9
Глава 2. Практическая часть	
2.1. Качественные реакции на бромид-, йодид-, сульфат-, карбонат-, фторид- ионы.....	10
2.2. Результаты практического исследования.....	11-12
Выводы.....	13
Список использованной литературы.....	14

## **Введение**

**Актуальность исследования.** В пищевой соли, поступающей в продажу, содержание хлорида натрия составляет от 97% до 99,7% (экстра), а в соли более низкого сорта – от 80 до 92%. Остальная доля приходится на различные примеси – другие минералы, половина из которых растворимые. Нерастворимые минералы представлены в основном сульфатами, карбонатами, в меньшей степени – оксидами. Также зачастую в пищевой соли есть добавки - йодиды, фториды. Добавку йодидов используют для профилактики заболеваний щитовидной железы. Такой способ обеспечения организма добавочным количеством йода через йодирование поваренной соли считается наиболее приемлемым, удобным и недорогим, поскольку пищевая соль употребляется каждым человеком. Для профилактики зубных заболеваний используется добавка фторидов.

Ученые считают, что поступление нерастворимых минералов в пищеварительный тракт может вызывать заболевания, т.к. они нарушают солевой баланс организма по калию и кальцию. Кроме того, их негативное воздействие может быть связано с физическими свойствами самих минеральных частиц – радиоактивностью, формой и строением. Негативное действие пищевой соли может сводиться к минимуму очисткой ее от вредных примесей. Так что, может, вопреки распространенному мнению, белая, мелкая и однородная соль «Экстра» все же лучше соли крупного помола?

Сейчас в России добывают около 3 млн. тонн пищевой поваренной соли в год. Еще 820 тысяч тонн поступает из ближнего зарубежья и 140 тысяч тонн - из дальнего зарубежья. Следовательно, вся эта громада, около 4 млн. тонн, используется населением России ежегодно.

**Проблема:** Огромные масштабы получения поваренной соли и значительное количество йодированной соли ставит весьма разумные вопросы: насколько

чиста поваренная соль, сколько в ней, кроме NaCl, содержится примесей и каких?

**Гипотеза:** Если мы определим примеси в разных сортах пищевой соли, то сможем выделить наименее очищенную соль и соль с полезными добавками.

**Цель исследования:** с помощью качественных реакций на анионы определить наличие примесей и добавок в пищевой поваренной соли.

**Задачи исследования:**

1. Определить наличие ионов брома в образцах пищевой соли.
2. Определить наличие ионов йода в образцах пищевой соли.
3. Определить наличие сульфат-ионов в образцах пищевой соли.
4. Определить наличие карбонат-ионов в образцах пищевой соли.
5. Определить наличие фторид-ионов в образцах пищевой соли.

**Объект исследования:** разные сорта поваренной соли – морская соль «Живая сила древних морей»; морская соль йодированная; выварочная соль.

**Предмет исследования:** примеси и добавки в пищевой поваренной соли.

**Методы исследования:**

- теоретический: анализ научной литературы, материалов сети Internet.
- эмпирический: лабораторные опыты, наблюдение.

## **Глава 1. Теоретическая часть.**

### **1.1. Соль поваренная пищевая.**

В течение ряда веков человечество в качестве пищевой добавки использует обыкновенную поваренную соль. Без нее не обходится ни приготовление пищи, ни консервирование овощей, ни хранение продуктов. Слово “соль” произошло от латинского слова “sal”, которое происходит от греческого термина “hals” - означающего “море”, а минералогический термин поваренной соли – галит. Поваренная или пищевая соль (хлорид натрия, NaCl) – пищевой продукт, представляющий собой бесцветные кристаллы. Поваренная соль жизненно необходима для жизнедеятельности всех живых существ, включая человека. Хлорид натрия является основным неорганическим компонентом плазмы крови и тканевой жидкости человека. Ион хлора в составе поваренной соли является основным материалом для выработки важного компонента желудочного сока - соляной кислоты. Соляная кислота необходима для образования важного фермента желудочного сока пепсина из пепсиногена. При ее недостатке в желудочном соке переваривание и усвоение белков не происходит или идет в малой степени. Соляная кислота также участвует в образовании гормона секретина и некоторых других гормонов, стимулирующих деятельность поджелудочной железы. Кроме того, она способствует переходу пищевых масс из желудка в двенадцатиперстную кишку и обезвреживанию микробов, попадающих в желудок из внешней среды.

Водные растворы NaCl в медицине используют в качестве кровезамещающих жидкостей после кровотечений и при явлениях шока. Уменьшение содержания NaCl в плазме крови приводит к нарушению обмена веществ в организме. Не получая NaCl извне, организм отдает его из крови и тканей.

Суточная потребность в поваренной соли взрослого человека составляет 10-15 г. В условиях жаркого климата потребность в соли возрастает до 25-30 г.

Это связано с тем, что хлорид натрия выводится из организма с потом и для восстановления утрат в организм нужно вводить больше соли. При работе в горячих цехах и в условиях сухого и жаркого климата врачи рекомендуют пить подсоленную воду (0,3-0,5% раствор поваренной соли), так как соль способствует удержанию воды в тканях.

Организм человека быстро реагирует на нарушение солевого баланса. Недостаточная концентрация хлорида натрия в организме приводит к общей слабости и другим нервно-мышечным расстройствам. При этом переизбыток натрия в организме вызывает задержку жидкости и, как следствие, повышение кровяного давления.

Поваренная соль обладает хотя и слабыми, но антисептическими свойствами. Развитие гнилостных бактерий прекращается лишь при их содержании в 10-15%. Это свойство широко используют в пищевой промышленности и при сохранении пищевых продуктов в домашних условиях.

## **1.2. Технологии добычи соли.**

Давно было обнаружено, что некоторые растения имеют приятный соленый вкус. Такие растения древними людьми сушились, а затем сжигались в костре. Полученная зола использовалась в качестве приправы к пище. Позднее люди научились поливать горящие в костре куски дерева соленой водой из моря или озера и оставшуюся золу также использовать в пищу. Уже за две тысячи лет до н.э. китайцы научились получать поваренную соль выпариванием морской воды. Способ извлечения соли из морской воды путем выпаривания был независимо изобретен также в различных других странах. Вначале он появился в странах с сухим и жарким климатом – Индии, Греции, Риме. Позднее таким способом соль стали добывать во Франции, Испании, в Крыму. На севере нашей страны морская вода выпаривалась (варилась) в больших чанах, а источником энергии служили дрова. Однако в северных

районах, в частности на берегах Белого моря, было и существенное усовершенствование способа извлечения соли из морской воды. Поморы давно заметили, что при замерзании морской воды лед получается несоленым, а оставшаяся незамерзшая вода становится гораздо солонее. Расплавляя лед, можно получать пресную воду из морской, а из рассола вываривали поваренную соль с меньшими энергетическими затратами.

Морская вода имеет горьковатый привкус и мало похожа на водный раствор поваренной соли. Это означает, что в морской воде, кроме хлорида натрия, содержатся другие соли. Среднее содержание (%) солей в морской воде выглядит следующим образом: NaCl – 77,8, MgCl<sub>2</sub> – 10,9, MgSO<sub>4</sub> – 4,7, KCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 2,5, CaCO<sub>3</sub>, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> – 0,3, другие соли – 0,2. Именно солями магния обусловлен горьковатый вкус морской воды. При испарении морской воды при температурах 20-35°C вначале выделяются наименее растворимые соли – карбонаты кальция, магния и сульфат кальция. Затем выпадают более растворимые соли – сульфаты натрия и магния, хлориды натрия, калия, магния и после них сульфаты калия и магния. Порядок кристаллизации солей и состав образующихся осадков может несколько изменяться в зависимости от температуры, скорости испарения и других условий.

Поваренная соль, находящаяся на влажном воздухе, отсыревает. Чистый хлорид натрия – негигроскопичное вещество, т.е. не притягивает влагу. Гигроскопичны хлориды магния и кальция. Их примеси почти всегда содержатся в поваренной соли и благодаря им происходит поглощение влаги. На сегодня существуют разные технологии добычи соли.

- Каменная соль добывается шахтным и карьерным способами, не подвергаясь тепловой и водной обработке. Одно из таких давно разведанных месторождений каменной соли расположено близ Илецка в Оренбургской области. Соляной купол этого месторождения простирается на 2 км в длину, 1 км в ширину и уходит вглубь на 1 км. В Пермской области эксплуатируется богатейшее месторождение сильвинита. Это соляная горная порода, состоящая из NaCl и KCl. При его переработке на удобрение извлекается KCl, а NaCl

является отходом. Путем простой промывки водой ( $KCl$  растворяется лучше, чем  $NaCl$ ) получается техническая соль с 98% содержанием.

- Выварочная соль добывается путем выпаривания из естественных подземных соляных растворов. В нашей стране уже со времени владычества татарского хана Батые и его потомков поваренная соль добывалась из озер Нижнего Поволжья, с сухим и жарким климатом.

- Садочная соль образуется при выпаривании морской или соленой озерной воды в специальных бассейнах. Содержание хлорида натрия в ней меньше, чем в других видах (94-98%). К тому же в садочной соли гораздо больше других ионов, благодаря чему она может отличаться по вкусу.

- Самосадочная соль добывается со дна соленых озер – она оседает естественным образом. Самыми крупными месторождениями такой соли в нашей стране являются озера Эльтон и Баскунчак. Исследования озера Эльтон показали, что его донная толща состоит из двух мощных пластов каменной соли, разделенных слоем глины. Толщина нижнего слоя в среднем равна 14,4 м, а верхнего, выстилающего дно, – 18,25 м. Этот слой простирается более чем на 150 км<sup>2</sup>. Озеро Эльтон имеет большой запас поваренной соли, но еще более богато этой солью озеро Баскунчак, которое и является в настоящее время основной сырьевой базой в Нижнем Поволжье.

### **1.3. Области применения поваренной соли.**

Поваренная соль является важнейшим сырьем химической промышленности. Из нее получают соду, хлор, хлороводородную кислоту, гидроксид натрия, металлический натрий.

При изучении свойств почв ученые установили, что, будучи пропитанными хлоридом натрия, они не пропускают воду. Это открытие было использовано при строительстве оросительных каналов и водоемов. Если дно водоема покрыть слоем земли, пропитанной  $NaCl$ , то утечки воды не происходит. Для этой цели, конечно, применяют техническую соль.

Строители используют хлорид натрия для устранения смерзания земли зимой и превращения ее в твердый камень. Для этого участки грунта, которые планируется вынимать, осенью густо посыпают NaCl. В этом случае в сильные морозы данные участки земли остаются мягкими.

Химики хорошо знают, что смешением мелкоизмельченного льда с поваренной солью можно получить эффективную охлаждающую смесь. Например, смесь состава 30 г NaCl на 100 г льда охлаждается до температуры – 20°C. Это происходит потому, что водный раствор соли замерзает при отрицательных температурах. Следовательно, лед, имеющий температуру около 0°C, будет плавиться в таком растворе, отнимая теплоту от окружающей среды. Это свойство смеси льда и поваренной соли могут с успехом использовать также и домохозяйки.

## **Глава 2. Практическая часть.**

### **2.1. Качественные реакции на бромид-, йодид-, сульфат-, карбонат-, фторид-ионы.**

Качественные реакции на анионы относятся к химическим методам анализа. В основе метода лежит проведение химических реакций, а аналитический сигнал мы наблюдаем визуально в виде выпадения осадка, изменения цвета раствора, выделение газа, растворение вещества.

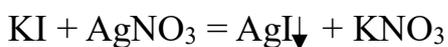
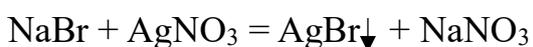
Для обнаружения примесей и добавок в разных сортах соли мы использовали 10% раствор соли каждого сорта. Для проведения качественного анализа на анионы использовали следующие реагенты.

- 1) Реагент нитрат серебра использовался для определения иона брома и йодид-иона. Аналитическим сигналом наличия ионов брома в растворе служит светло-желтый осадок бромида серебра, при наличии йодид-ионов в растворе – образуется осадок желтого цвета йодида серебра.
- 2) Реагент хлорид бария использовался для определения сульфат-иона и карбонат-иона. Аналитическим сигналом наличия сульфат-ионов в растворе служит белый осадок сульфата бария. Такой же белый осадок, карбоната бария, образуется при наличии в растворе карбонат-иона. Для идентификации каждого из них необходимо добавить к осадкам концентрированную соляную кислоту. Белый осадок сульфата бария не растворяется при добавлении соляной кислоты. А осадок карбоната бария растворяется при добавлении соляной кислоты, при этом выделяется углекислый газ.

Реагент хлорид кальция использовался для определения фторид-ионов. Если фторид-ион присутствует в растворе, то образуется осадок фторида кальция белого цвета.

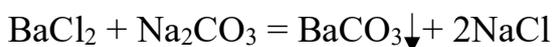
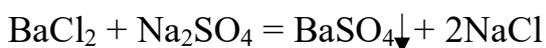
## 2.2. Результаты практического исследования.

Качественный анализ на исследуемые анионы в растворах разных сортов пищевой соли показал следующие результаты. При добавлении нитрата серебра к трем растворам пищевой соли наблюдали появление осадка белого цвета, который характерен для наличия хлорид-ионов в составе соли хлорида натрия. Светло-желтого осадка бромида серебра и желтого осадка йодида серебра отмечено не было.



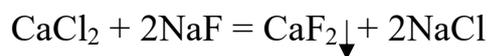
*Таким образом, ионы брома и йодид-ионы отсутствуют в исследуемых образцах пищевой соли.*

При добавлении хлорида бария к трем растворам пищевой соли зафиксировано появление белой мути в пробирках, что свидетельствует о наличии сульфат-ионов в трех исследуемых образцах пищевой соли. Для определения наличия сульфат-ионов в растворах соли недостаточно использование реагента хлорида бария. Для доказательства присутствия сульфат-ионов в растворах пищевой соли необходимо убедиться, что полученный в трех пробирках осадок сульфата бария не растворяется при добавлении соляной кислоты. При добавлении соляной кислоты к трем образцам поваренной соли белый осадок сульфата бария не исчезал, также не наблюдали выделения углекислого газа. Это указывает на отсутствие карбонат-ионов в исследуемых образцах поваренной соли.



*Таким образом, в исследуемых образцах пищевой соли присутствуют сульфат-ионы.*

При добавлении хлорида кальция к трем растворам пищевой соли не наблюдалось образования белого осадка фторида кальция, что указывает на отсутствие ионов фтора в образцах пищевой соли.



## **Выводы:**

- 1) В образцах поваренной пищевой соли (морская соль «Живая сила древних морей»; морская соль йодированная; выварочная соль) не было обнаружено ионов брома и карбонат-ионов.
- 2) Присутствие сульфат-ионов обнаружено во всех анализируемых образцах пищевой соли. Наиболее интенсивная качественная реакция на сульфат-ион отмечена в образце «морская соль живая сила древних морей».
- 3) В исследуемых образцах пищевой соли не было обнаружено добавок – йодидов и фторидов.
- 4) Наименее очищенная от примесей пищевая соль - морская соль «Живая сила древних морей».
- 5) Цель исследования достигнута; задачи исследования решены; гипотеза подтверждена.

### Список используемой литературы:

1. Зимина Т. Поваренная соль таит в себе опасность. // Журнал Наука и жизнь, №4, 2023.
2. Кукушкин Ю. Поваренная соль // Химия вокруг нас, 1992.
3. Лурье Ю. Справочник по аналитической химии, М.: Химия, 1989.
4. <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=10177>
5. [https://content.net.ua/registration/sections/page.php?page\\_id=224&categ\\_id=85](https://content.net.ua/registration/sections/page.php?page_id=224&categ_id=85)