



## Издательство и Образовательный Центр "Лучшее Решение"

[www.лучшеерешение.рф](http://www.лучшеерешение.рф) [www.lureshenie.ru](http://www.lureshenie.ru) [www.высшийуровень.рф](http://www.высшийуровень.рф)  
[www.лучшийпедагог.рф](http://www.лучшийпедагог.рф) [www.publ-online.ru](http://www.publ-online.ru) [www.полезныекниги.рф](http://www.полезныекниги.рф)  
[www.t-obr.ru](http://www.t-obr.ru) [www.1-sept.ru](http://www.1-sept.ru) [www.v-slovo.ru](http://www.v-slovo.ru) [www.o-ped.ru](http://www.o-ped.ru) [www.na-obr.ru](http://www.na-obr.ru)

# Влияние квашения на содержание витамина С в капусте

предметная область: Химия

**Автор:**  
Симонова Полина Сергеевна  
ученица 11 класса  
МБОУ "Глазуновская СОШ"

**Руководители:**  
Воронина Наталья Николаевна  
Ветрова Елена Петровна

## ВВЕДЕНИЕ

Витамин С или аскорбиновая кислота ( $C_6H_8O_6$ ) – один из основных водорастворимых витаминов в рационе, необходимый для жизнедеятельности человека. Он облегчает окислительно-восстановительные процессы, положительно действует на центральную нервную систему, помогая предотвратить синтез гормонов-стресса – кортизола ( $C_{21}H_{30}O_5$ ) и адреналина ( $C_9H_{13}NO_3$ ), повышает сопротивляемость человека к экстремальным воздействиям, укрепляет соединительные ткани.

Витаминное средство выполняет биологические функции кофермента некоторых метаболических процессов, оно не образуется в организме человека, а поступает только с пищей. Потребление витамина С для взрослого человека составляет 70-100 мг, хотя его суточная потребность определяется возрастом, полом и состоянием здоровья. Наличие в пище достаточного количества витамина С, сбалансированного с витаминами группы В, повышает сопротивляемость к инфекциям и задерживает процессы старения организма.

В зимнее время приобретает большую важность питательная ценность употребляемых нами продуктов. Прежде всего, это относится к наличию в их составе витаминов и минеральных веществ. В связи с недостатком аскорбиновой кислоты, дополнительно проводят витаминизацию ряда пищевых продуктов: кондитерских изделий, капусты, а также молочных продуктов. Говоря о пищевой промышленности, аскорбиновая кислота и её соли применяются в качестве антиоксидантов Е300 — Е305, предотвращающих окисление продукта.

Квашеная капуста, которую многие люди употребляют в зимнее время, обладает очень ценными витаминами. Полезность квашеной капусты зависит от способов квашения и мастерства тех людей, которые ее заквашивают. Связано это с тем, что основную ценность представляет витамин С в квашеной капусте. Поэтому очень важно использовать такие технологии переработки продукции растениеводства, которые позволят сохранить витамин С в продуктах, это и обуславливает **актуальность** работы.

**Объект исследования:** образцы квашеной капусты с добавками (хреном, сахаром, без добавок).

**Предмет исследования:** концентрация витамина С в представленных образцах.

**Гипотеза работы:** Содержание витамина С будет меняться, если в процессе квашения в капусту вносятся пищевые добавки и используются разные рецепты.

**Цель работы:**

Сравнить концентрацию витамина С в квашеной капусте, полученной в процессе брожения, в присутствии разных добавок и способов приготовления.

**Задачи работы:**

- рассмотреть историю появления капусты, ее пользу;
- изучить биологическую роль витамина С и потребность в витамине С;
- изучение процессов, происходящих при квашении;
- определение методом окислительно-восстановительного титрования (йодометрии) содержание витамина С в различных образцах квашеной капусты.

**Методы исследования:** проблемно-поисковый, анализ, сравнение, наблюдение, метод эксперимента – йодометрия, изучение литературных источников.

## Глава 1. КАПУСТА И СПОСОБЫ КВАШЕНИЯ.

### 1.1. История капусты.

Капуста белокочанная — это растение, которое относится к семейству Капустных (ранее Крестоцветных). Название «Капуста» произошло от древнеримского слова «капутум», означающего «голова». Кочаны капусты и впрямь по форме напоминают голову человека. С головой громовержца связана легенда, рассказывающая о происхождении капусты. В ней говорится о том, будто капуста выросла из капель пота, скатившихся на Землю с чела отца богов Юпитера, размышлявшего в муках о противоречиях бытия. Первые ботанические описания капусты сделаны в Древней Греции естествоиспытателем Теофрастом между 372–287 гг. до н.э. Именно Средиземноморье считается родиной капусты. Капуста всегда почиталась у всех народов. Ее ценили за лекарственные свойства и широко применяли в кулинарии. О ней писали книги, выводили новые её разновидности и сорта. [3]

Кочанные формы капусты, начали культивировать древние земледельцы Пиренейского и Апеннинского полуостровов.

Ботаник В. Л. Комаров предполагает, что в Древнем Египте, это растение распространилось не ранее VI века до нашей эры. Тем не менее, Гиппократ, который жил в V—IV веках до нашего летосчисления, так же упоминал о капусте, как уже известном овоще.

В период Древнего Рима, число «прирученных» капуст заметно возросло, уже в I веке н.э., римские овощеводы, использовали не менее восьми видов капусты.

Врачи древности утверждали, что «дети, которые ежедневно едят капусту, становятся крепкими, сильными и стойкими к различным заболеваниям».

В VI—VII веках началась история капусты в Западной Европе. Первое упоминание об этом, имеется в указе франкского короля Карла Великого, который правил страной в 742—781 годах. Но, хозяйственное значение капуста приобрела в Западной Европе, только в позднее средневековье. Об этом, можно было прочитать в трактате «О растениях». Который был написан в 1256 году, немецким ученым Альбертом Великим.

На Руси капуста появилась значительно позже. Вначале она обосновалась на Черноморском побережье Кавказа. Это был период греко-римской колонизации VII-V в.в. до н.э. Лишь в IX веке капусту начали возделывать славянские народы. Постепенно растение распространилось по территории русского государства. В Киевской Руси первые письменные упоминания о кочанной капусте относятся к 1073 году. В этот период ее семена стали ввозить для выращивания из европейских государств. Капуста на Руси пришлась ко двору. Этот холодоустойчивый и влаголюбивый овощ прекрасно чувствовал себя на всей территории государства. В «Изборнике» Святослава, составленном в 1076 году, есть специальный раздел, посвященный хранению и использованию белокочанной капусты.

Так же, в «Уставной грамоте» смоленского князя Ростислава Мстиславича, написанной в 1150 году, упоминается «...на горе огород с капустником». К XVI веку капуста стала обычным овощем на Руси.

Его крепкие белые кочаны, обладающие отличным вкусом, выращивали в каждом крестьянском дворе. Знать также почитала капусту. Например, Смоленский князь Ростислав Мстиславович как дорогой и особенный подарок преподнес своему другу целый огород капусты, называемый в те времена капустником. Капусту употребляли и в свежем, и в вареном виде. Но больше ценили капусту квашенную за ее способность сохранять "оздоровительные" свойства в зимний период.

Это подтверждается записями в своде житейских правил и наставлений XVI столетия «Домострое». Быстрое распространение белокочанной капусты, объясняется тем, что это растение обладает множеством ценных качеств.

## 1.2. Полезные свойства белокочанной капусты.

Капуста белокочанная является уникальнейшим продуктом, который по своему составу обладает целебными лечебными свойствами для здоровья человека. Все полезные свойства белокочанной капусты обеспечены наличием в ней определённых составляющих. Белокочанная капуста богата многими ценными питательными веществами, витаминами, микро и макроэлементами. В 100 г белокочанной капусты содержится 3,0-5,3 мг сахара, 1,0-1.8 мг белка, жиров — от 0.1 грамм, пищевых волокон — от 2 грамм; органических кислот — от 0.3 грамм; воды — от 90 грамм; моно- и дисахаридов — от 4.6 грамм; крахмала — от 0.1 грамм; золы — от 0.7 грамм 11-52 мг витамина С, витамин U и др. По содержанию витамина С белокочанная капуста опережает цитрусовые. Белокочанная капуста богата минеральными веществами. 100 грамм ее сырой массы содержит солей калия -230 мг, кальция -70 мг, фосфора - 31 мг, натрия - 18 мг, магния 16 мг, железа 1,2 мг и др. Калорийность 100 гр капусты составляет 28 ккал.

Все мы хорошо знаем, работа организма человека важна и напоминает печь, требующую постоянного, систематического подкидывания топлива. И если помешать этому «технологическому» процессу, то произойдет сбой прихода в организм органических и неорганических соединений. Поэтому, чтобы поддержать баланс, нам необходимо целесообразным образом составить меню питания, для снабжения своего тела нужным ассортиментом продуктов.

Полезные качества капусты белокочанной:

- при использовании среднего термического воздействия, в ней возрастает присутствие витамина С, так как аскорбинген трансформируется в аскорбиновую кислоту ( $C_6H_8O_6$ );
- в верхней, зеленого цвета листе содержатся фолиевые кислоты ( $C_{19}H_{19}N_7O_6$ ), которые оказывают целебное действие на кровеносные стенки сосудов и метаболизм в организме;
- вода в теле человека удерживается благодаря первостепенному содержанию солей калия над солями натрия;
- средством от склероза выступают оксиманоловые кислоты ( $C_4H_8O_3$ ). Они помогают предотвратить процесс преобразования сахаридов и не позволяют скапливаться природному жирному спирту. Однако, при термической переработке овоща, кислоты имеют тенденцию к разрушению;
- в соке выявлен нейтральный коэффициент рН, который делает овощ полезным всем, кто имеет пониженный показатель кислоты, находящейся в желудке;
- положительным образом оказывает влияние на ускорение метаболизма в теле человека, при помощи присутствия огромного количества витамина В<sub>4</sub>;
- более чем в цитрусах и фруктах имеется виноградного сахара ( $C_6H_{12}O_6$ );
- по содержанию фруктозы перегонит лук, морковь, картофель и цитрусы;
- квашеная капуста – национальное угощение многочисленных государств. К ним относятся Республика Беларусь, Республика Болгария, Федеративная Республика Германия, Республика Польша, Российская Федерация, Украина, Чешская республика. Это достаточно питательный и полезный овощ, который получается в процессе молочнокислого брожения. Микроорганизмы, попадающие в кишечник, оказывают благотворное воздействие на его флору, уходит дисбиоз и тело очищается от процессов гниения;
- имеет антибактериальные вещества, которые оказывают губительное действие для *staphylococcus aureus* (золотистый стафилококк), *tuberculum* (туберкулез) и других вредоносных микроорганизмов;

- пищевые волокна целительно действуют на метаболизм и высвобождают из тела шлаки. Медиками рекомендуется при избыточном весе, потому что овощ имеет низкие показатели калорийности. [6]

Белокочанная капуста обладает целебными свойствами. Ее применяют при лечении различных заболеваний.

Капусту употребляют в свежем виде, в салатах, квасят, консервируют, из неё готовят горячие блюда.

### **1.3. Квашение капусты.**

Капусту начали квасить ещё на Руси, и до сих пор эта традиция сохраняется. Квашеная капуста изначально служила просто методом сохранения капусты на зиму, когда доступа к свежим овощам не было. Вряд ли кто-то тогда догадывался, какими невероятными полезными свойствами квашеная капуста обладает.

Процесс квашения или ферментации известен не только в России, но и по всему миру.

Квашением называется консервирование овощей и плодов в результате накопления в них молочной кислоты ( $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ ) и других побочных продуктов брожения. Сущность молочнокислого брожения состоит в преобразовании сахаров в молочную кислоту ( $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ ) под действием молочнокислых бактерий. Молочная кислота ( $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ ) придает продукту специфический вкус и запах, подавляет развитие посторонней микрофлоры.

Квашеные продукты держат под гнетом в собственном соку или в приготовленных растворах с добавлением соли и сахара. Группу квашеных продуктов, в которые вводят соль, называют солено-квашеными.

При квашении протекают физико-химические и биохимические процессы. К физико-химическим процессам относят проникновение соли в клетку и диффузию клеточного сока в рассол. Соль проникает в клетки овощей, выделяет сок, и в рассоле создаются условия, необходимые для развития молочнокислых бактерий. Удалению воздуха способствует гнет, что приводит к уменьшению массы и объема продукции и препятствует развитию гнилостной микрофлоры. Масса снижается на 5-10%, объем на 10-20%.

Основным видом биохимических процессов является молочнокислое брожение, при котором преимущественно образуется сама молочная кислота и другие побочные продукты: углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), лимонная ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ,  $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{OH})\text{COOH}-\text{CH}_2\text{COOH}$ ) и пировиноградная кислоты ( $\text{CH}_3(\text{CO})\text{COOH}$ ) и др. Однако при брожении увеличивается риск развития гнилостных микроорганизмов, снижающих кислотность. Подавлению этого процесса помогает поваренная соль ( $\text{NaCl}$ ).

Температура брожения должна составлять не менее +18...+24С.

Квашеная капуста содержит органические кислоты и минеральные вещества. Капусту заквашивают как целыми кочанами, так и нашинкованную.

Существует множество рецептов приготовления квашеной капусты, но обязательными компонентами являются соль и морковь. Часто в капусту добавляют хрен, клюкву и специи (лавровый лист, черный перец).

Признаком начала брожения служит легкое помутнение сока и появление на его поверхности пузырьков газов. При температуре +18...+22С за 5-7 суток в процессе ферментации выделяется до 1% молочной кислоты ( $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ ). Продукт во избежание переокисления охлаждают и хранят при температуре 0...+4 С. [8, с.309-310]

Таким образом, капусту люди возделывают и потребляют в пищу с древности. Белокочанная капуста богата многими ценными питательными веществами, витаминами, микро и макроэлементами. По содержанию витамина С белокочанная капуста опережает

цитрусовые. Квашение капусты является одним из способов сохранения полезных свойств капусты в течение длительного времени.

## **Глава 2. ВИТАМИН С И ЕГО СВОЙСТВА.**

### **2.1. Аскорбиновая кислота.**

Витамин С стал предметом дискуссий еще задолго до того, как была установлена его природа. Его роль в лечении и профилактики цинги широко дебатировалась на протяжении столетий. Только в 1907 - 1912 гг. экспериментально было доказано, что свежий сок овощей и фруктов оказался хорошим профилактическим и лечебным средством против цинги (или скорбута) морских свинок. Многие пытались выделить активный фактор, названный антискорбутным витамином С из овощей и фруктов. Среди них следует отметить Бессонова, впервые выделившего из сока капусты активное органическое соединение, обладающее окислительно-восстановительными свойствами.

В 1927 г. Сент-Гиорги выделил из коры надпочечников неустойчивое вещество с резко выраженными окислительно-восстановительными свойствами. Это вещество, которое в ежедневной дозе 1 мг предохраняло морских свинок от скорбута, оказалось витамином С. Химические исследования, проведенные в 1931-1932 гг., показали, что витамин С является производным сахаров с эмпирической формулой  $C_6H_8O_6$ .

Химическая природа аскорбиновой кислоты была выяснена после выделения её в кристаллической форме из ряда животных и растительных продуктов, особенно большое значение в ряду этих исследований имели работы А.Сент- Дьердьи и Хэворта.

Строение витамина С было окончательно установлено синтезом его из L- ксилозы ( $C_5H_{10}O_5$ ). Витамин С получил название L-аскорбиновой кислоты.

### **2.2. Биологическая роль витамина С.**

Витамин С является антиоксидантом: предохраняет мембраны клеток организма от повреждающего действия перекисного окисления, в том числе, лимфоцитов, что является основой иммуностимулирующих эффектов аскорбиновой кислоты; действует на механизмы иммунитета; способствует нормальному кроветворению; влияет на обмен многих витаминов; важен для формирования костнохрящевой ткани, зубов; снижает образование холестериновых бляшек в сердечнососудистой системе; повышает сопротивляемость организма интоксикациям химическими веществами, кислородному голоданию и стрессу. Также, наряду с витамином Е ( $C_{31}H_{52}O_3$ ) и  $\beta$ -каротином ( $C_{40}H_{56}$ ), витамин С обеспечивает антиоксидантную защиту глаз. Витамин С снижает внутриглазное давление, уменьшая риск развития катаракты.

Он играет важную роль в регуляции окислительно-восстановительных процессов, участвует в синтезе коллагена и проколлагена, обмене фолиевой кислоты ( $C_{19}H_{19}N_7O_6$ ) и железа. Аскорбиновая кислота также регулирует свертываемость крови, нормализует проницаемость капилляров.

Витамин С является частью фермента, необходимым для синтеза основных белков соединительной ткани, в частности, костной и хрящевой тканей. Нормализует обменные процессы в них; способствует предупреждению возрастных, воспалительных и обменных поражений суставов конечностей и позвоночника.

Имеется много теоретических и экспериментальных предпосылок для применения витамина С с целью профилактики раковых заболеваний. Витамин С - одно из основных звеньев системы антиоксидантной защиты организма от рака, и, более того, он признан

одним из сильнейших противораковых средств среди питательных веществ. Витамин С защищает от нитратов, содержащихся во фруктах и овощах. Поэтому врачи рекомендуют принимать витамин С для профилактики рака желудка и кишечника. Кроме того, витамин С входит в комплекс лечения в период после курсов химиотерапии и облучения.

Велико значение аскорбиновой кислоты в укреплении сосудистых стенок, в повышении их прочности и эластичности, особенно мелких сосудов - капилляров. Это объясняется тем, что витамин С оказывает влияние на образование в организме еще одного важного белка - хондромукоида, играющего важную роль в поддержании эластичности кровеносных сосудов.

Необходимо отметить, что даже при достаточном содержании в рационе питания витамина С при заболеваниях желудочно-кишечного тракта и печени человек может испытывать недостаточность витамина С вследствие плохого усвоения его клетками и тканями.

### **2.3. Потребность в витамине С.**

Потребность человека в витамине С зависит от возраста, состояния здоровья, от величины физической нагрузки и умственной нагрузки, и ряда других моментов. В связи с этим норму потребности человека в витамине С установить довольно затруднительно. Минимальную потребность взрослого человека обычно определяют количеством в 20-25 мг, в то время как доза, в полной мере насыщающая человеческий организм, лежит в пределах 50 – 100 мг витамина С в день. Средняя дневная потребность в аскорбиновой кислоте детей до 7 лет - 30 - 35 мг, от 7 лет и выше - 50 мг. Оказывается, у мужчин потребность в витаминах выше, чем у женщин. Однако у женщин потребность в витамине С резко возрастает в 1,5 раза в период беременности и кормления грудью.

Еще одним определяющим фактором является возраст. У пожилых людей потребность в витаминах возрастает в связи с нарушением всасываемости их из кишечника.

Болезни, стрессы, лихорадка и подверженность токсическим воздействиям (таким, как сигаретный дым) увеличивают потребность в витамине С. Резко возрастает (до 150 - 200 мг и более) потребность в витамине С при многих заболеваниях пищеварительной и сердечно-сосудистой системы, почек, ревматизме, инфекциях, анемиях, хирургических операциях, обширных ожогах, травмах. Усиленная трата витамина С наблюдается также при охлаждении организма и при потении, так как вместе с потом выделяется некоторая часть витамина С.

Если человек полностью зависит от поступления витамина С извне, то многие животные в этом не нуждаются, так как их организм сам способен синтезировать аскорбиновую кислоту. В поступлении витамина извне нуждаются только морские свинки и обезьяны.

### **2.4. Содержание витамина С в пищевых продуктах.**

Несмотря на то что организм многих животных вырабатывает витамин С, животные продукты довольно бедны этим витамином. В мышцах, например, содержится всего 9 мг/л витамина С. В более или менее значительных количествах витамин С накапливается в надпочечниках (1300 - 1500 мг/л), селезенке (300 - 500 мг/л), печени (200 - 400 мг/л) и почках (60 - 200 мг/л).

Наиболее богатыми источниками витамина С являются растения.

Аскорбиновая кислота обнаруживается во всех зеленых частях растений, но в разных количествах. Много витамина С в большинстве овощей и фруктов, и только семена растений, как правило, бедны этим витамином. Однако, как только семена начинают прорастать, содержание витамина С в них увеличивается буквально не днями, а по часам. Так, например,

на третий день после проращивания в горохе было найдено 406 мг/л витамина С (в расчет на сухое вещество), в фасоли - 85, в пшенице - 287 и кукурузе - 208 мг/л.

Богатым источником витамина С являются плоды перца, лимона, черной смородины, ягоды облепихи, барбариса, рябины, хрена. Однако ни в одном природном продукте не содержится витамина С столько, сколько в плодах шиповника (17%). (Приложение 1)

Несмотря на такое обилие и разнообразие растительных источников витамина С, этот витамин в основном наш организм получает из довольно скромных источников - капусты и картофеля, так как эти овощи доступны и дешевые. В капусте содержится 250 - 660 мг/л витамина С. Особенностью капусты является то, что аскорбиновая кислота находится в ней как в чистом виде. Это наиболее устойчивая, связанная форма аскорбиновой кислоты, которая сохраняет активность в течение года и более. Она не разрушается при хранении и квашении. При умеренной тепловой обработке количество аскорбиновой кислоты в капусте увеличивается. Поэтому капуста очень ценный продукт в зимний период. Во внутренних листьях кочана витамина С больше, чем в наружных. Чаще всего капусту употребляют в квашенном виде.

Важной особенностью квашеной капусты является высокий уровень содержания витаминов в самой капусте.

## **2.5. Влияние квашения на содержание витамина С.**

Витамин С очень нестойкий. Он разлагается при высокой температуре, при соприкосновении с металлами, при долгом вымачивании овощей переходит в воду, быстро окисляется. При хранении овощей, фруктов и ягод содержание витамина С быстро уменьшается. Уже через 2-3 месяца хранения в большинстве растительных продуктов витамин С наполовину разрушается.

В свежей и квашеной капусте в зимний период сохраняется больше витамина С, чем в других овощах и фруктах - до 35%.

Квашение является наиболее простым и широко распространенным способом консервирования. Важность сохранения витамина С в квашеной капусте и обилие противоречивых данных, касающихся вопроса антицинготной активности этого продукта, заставляют нас несколько подробнее остановиться на этом вопросе.

Если правильным заквашиванием капусты можно без особых затруднений сохранить витамин С, то последующим неправильным его хранением и использованием можно всецело уничтожить ценные свойства квашеной капусты. Витамин С квашеной капусты, а в особенности ее рассола, является очень нестойким: даже сравнительно кратковременное соприкосновение с воздухом приводит к быстрому его разрушению. Поэтому при использовании капусты важно как можно больше сократить промежуток времени от момента выемки капусты, где она заквашена, до момента ее потребления. Так, по данным Института растениеводства, если капуста, заквашенная чистыми культурами, содержит 33-25 мг аскорбиновой кислоты, то та же капуста, пролежавшая тонким слоем в течение суток без рассола, содержит уже 7 мг аскорбиновой кислоты.

Это же обстоятельство делает необходимым строгое соблюдение правил загрузки дошников. При разгрузке дошников в бочки обязательно надо хорошо утрамбовать капусту и хорошо залить рассолом.

Замораживание квашеной капусты неблагоприятно отражается на витамине С и почти наполовину снижает его содержание при однократном замораживании, поэтому хранить квашеную капусту надо без промораживания. При варке квашеной капусты в виде супа теряется 40-50% витамина С, то есть так же, как и при варке свежей капусты.

Чтобы получить готовый продукт хорошего качества и стойкий в хранении, нужно соблюдать несколько условий:

Во-первых, заквашиваемые и засаливаемые овощи должны содержать достаточное количество сахаров. Если в овощах содержится мало сахаров, то в процессе брожения образуется недостаточное количество молочной кислоты и соответственно готовый продукт будет нестойким в хранении. Поэтому овощи нужно заквашивать тогда, когда в них содержится наибольшее количество сахаров.

Вторым условием является удаление кислорода из массы сырья, так как без кислорода многие нежелательные микроорганизмы развиваться не могут.

Кроме того, отсутствие кислорода благоприятствует сохранению витамина С. При квашении капусты удаление кислорода из капустной массы достигается тщательным уплотнением. Выделяющийся при этом клеточный сок вытесняет воздух из свободного пространства между частицами сырья. Целые плоды и овощи полностью заливают рассолом, что также предохраняет от разрушения витамин С. В процессе ферментации и во время хранения следят, чтобы продукты были покрыты сверху рассолом, и, если необходимо, доливают свежеприготовленный 3-4%-ный солевой раствор.

Правильному процессу ферментации способствует и соответствующая температура. Для процесса брожения благоприятна температура от 15 до 22 С.

При более высокой температуре развиваются нежелательные микроорганизмы, например масляно-кислые бактерии, которые придают готовому продукту неприятный вкус. Чтобы ускорить процесс ферментации, посуду с подготовленными и заправленными плодами и овощами обычно держат при комнатной температуре (18-20 С), а затем до окончания процесса ферментации переносят в более прохладное место (8-12 С). Готовые продукты нужно хранить при нулевой температуре. В этих условиях микробиологические процессы почти полностью прекращаются.

Витамин С – является витамином антиоксидантом. Его природа была исследована в начале 20 века. Потребность человека в витамине С зависит от возраста, состояния здоровья, от величины физической нагрузки и умственной нагрузки. Источником витамина С является преимущественно растительное сырье. В капусте аскорбиновая кислота содержится в чистом виде. Витамин С очень нестойкий. При длительном хранении он разрушается. Квашеная капуста содержит в себе 33-25 мг аскорбиновой кислоты.

## **Глава 3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.**

### **3.1. Титриметрический метод.**

Титриметрические методы анализа имеют ряд преимуществ: скорость выполнения, относительную простоту операций, достаточную точность получаемых результатов (0,1–0,2 %). Эти преимущества ставят титриметрические методы анализа на одно из первых мест в лабораторной практике химических, пищевых, металлургических и других производств.

Титриметрическими называют методы анализа, основанные на точном измерении объёма раствора реагента, вступившего в реакцию с данным количеством анализируемого вещества.

Термин «титриметрический» получил название от слова «титр» – масса растворенного вещества в 1 см<sup>3</sup> раствора (г/см<sup>3</sup>).

Методика титриметрического анализа состоит в следующем.

Берётся строго определённый объём исследуемого раствора. Готовится раствор вещества, которое может вступать в химическую реакцию с исследуемым веществом. Тем или иным методом определяют точно концентрацию (титр) этого раствора. Полученный раствор называют титрованным раствором или титрантом. К раствору исследуемого

вещества небольшими порциями прибавляют титрант. Этот процесс называется титрованием (поэтому объёмный анализ называют титриметрическим). Для приготовления растворов используют мерные колбы и пипетки, а титрование производят с помощью бюретки.

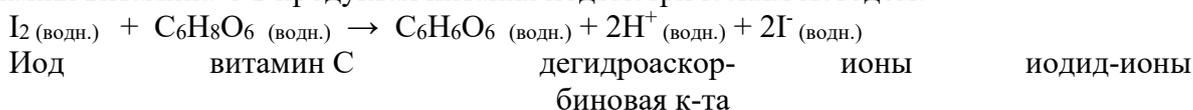
Титрование производят до достижения точки эквивалентности, т. е. момента, когда количество добавленного титранта эквивалентно количеству определяемого вещества.

Момент титрования, в который достигается стехиометрическая эквивалентность соединяемых количеств веществ, называется точкой эквивалентности титрования.

Для определения содержания аскорбиновой кислоты используют различные методы окислительно-восстановительного титрования:

1. реакция с метиленовым синим ( $C_{16}H_{18}ClN_3S$ );
2. реакция с раствором гексацианоферрата калия ( $C_6N_6FeK_4$ );
3. йодная проба на витамин С.

У аскорбиновой кислоты есть свойство, которого нет у всех остальных кислот: быстрая реакция с йодом. Поэтому мы использовали количественное определение содержания витамина С в продуктах питания йодометрическим методом:



Один моль аскорбиновой кислоты (176 г) реагирует с одним моле йода (254 г).

Анализ выполнялся методом титрования: постепенное добавление известного количества одного из реагентов к другому до тех пор, пока определяемое вещество не прореагирует полностью. В этот момент происходит изменение цвета или какой-либо другой характеристики. Таким образом, появление устойчивой синей окраски означает конец титрования [9, с. 275 – 276].

### 3.2. Подготовка экстрагирующего раствора.

В качестве экстрагирующего раствора используют раствор соляной кислоты с массовой долей 2%.

### 3.3. Приготовление стандартных растворов аскорбиновой кислоты.

Прежде чем определять содержание аскорбиновой кислоты в растительных объектах, необходимо методику анализа отработать на растворе чистой аскорбиновой кислоты. [10].

Для этого берут 0,5 г аптечной аскорбиновой кислоты, растворяют ее в 500 мл воды. При этом молярная концентрация аскорбиновой кислоты ( $C_{АСК}$ ) составит 0,0057 моль/л.

Испытаем наш раствор на точность. Возьмем для опыта 10 мл. Дольем к этому раствору 5 мл крахмального клейстера и добавим раствор титранта до устойчивого синего цвета. Определяем количество мл и следовательно, объём израсходованного раствора титра, рассчитываем содержание витамина в растворе по формуле:  $0.875 \cdot V = A$  мг, где V- объём раствора титра. Результаты показали, что на титрование ушло 47 мл раствора, что соответствует 41,125 мг витамина С.

### 3.4. Проведение испытания.

Для проведения испытания мы использовали следующее лабораторное оборудование и посуду: Мешалка магнитная С-MAG HS, Весы электронные ВК 3000.1, колбы круглые плоскодонные 250, 500 мл; мерные цилиндры на 100 мл; лабораторный стаканчик 100 мл; воронка стеклянная, фарфоровая ступка и пестик, пипетка стеклянная градуированная с фингером, бюретка на 25 мл с краником, штатив, фильтры с красной лентой, диаметром 9 см, скальпель медицинский. (Приложение 2)

Реактивы: спиртовой раствор йода (0,125%-й раствор), раствор крахмала, 2% раствор соляной кислоты, дистиллированная вода, тиосульфат натрия.

Для приготовления титранта мы взяли 25 мл 5%-ной аптечной йодной настойки, растворили в колбе на 1 л и довели водой до метки. Должен получиться 0,125% раствор йода. Концентрация йода в таком растворе составляет 0,005 моль/л.

Чтобы избежать ошибок, необходимо проверить титр йода по тиосульфату. Приготовленный титрант йода мы проверили, титруя раствор тиосульфатом натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  до появления жёлто-соломенного цвета раствора (у нас получился раствор 0,124%). Для удобства расчётов мы взяли 0,125%, т. к. для окисления 1 моля аскорбиновой кислоты ( $M = 176$  г/моль) требуется 1 моль йода ( $M = 254$  г/моль).

Следовательно, 1 мл полученного 0,125%-го раствора окисляет 0,875 мг аскорбиновой кислоты.

Приготовление раствора крахмала: к 1 г крахмала добавляем немного воды, перемешиваем до образования суспензии, которую медленно выливаем в 200 мл кипящей воды (при активном перемешивании). Охлаждаем.

Для проведения исследования были взяты 3 образца квашеной капусты разных способов квашения (солено-квашеного, рассольного): домашнего квашения, квашенной с добавлением сахара, квашенной с хреном. (Приложения 3, 4)

Для извлечения витамина С из капусты взяли навеску исследуемого материала массой 10 г, измельчили скальпелем из нержавеющей стали, растерли ее в фарфоровой ступке, добавили 1 мл 2% раствора  $\text{HCl}$  (соляная кислота извлекает из растительной ткани как свободную, так и связанную аскорбиновую кислоту). Перенесли полученную смесь в колбу, прибавили 10 мл дистиллированной воды для экстрагирования аскорбиновой кислоты.

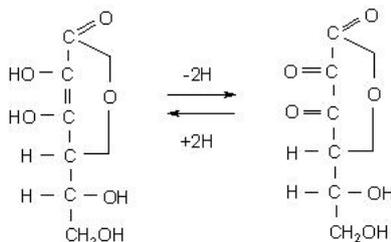
1. Аликвоту исследуемого раствора  $V = 10$  мл наливаем в колбу, добавляем 2 мл раствора крахмала и начинаем титрование раствором йода. Бюретку наполняем раствором йода. Записываем начальный объем. Медленно, по каплям, добавляем раствор йода к анализируемому раствору, постоянно его взбалтывая. Добавляем, пока не достигнем конечной точки титрования (синяя окраска устойчива более чем 20 с. (йод окислил аскорбиновую кислоту).

Записываем конечный объем жидкости в бюретке. Рассчитываем, какое количество йода израсходовано.

Проводим титрование до появления устойчивого синего окрашивания, не исчезающего в течение 30—40 с (йод окислил кислоту).

Весь процесс выполняем быстро во избежание потерь витамина вследствие окисления. (Приложение 5)

Он легко реагирует с кислородом ( $\text{O}_2$ ) и теряет свою активность под действием света и тепла. Окисляясь, аскорбиновая кислота ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ) превращается в дегидроаскорбиновую кислоту ( $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$ ):



### 3.5. Обработка полученных результатов

На титрование 15 мл образца капусты домашнего квашения ушло 2,4 мл раствора титранта. Составим пропорцию:

1 мл йодного раствора – 0,875 мг аскорбиновой кислоты

2,4 мл – X

$$X = 2,4 * 0,875 / 1 = 2,1 \text{ (мг)}$$

Итак, в 15 мл образца содержится 2,1 мг аскорбиновой кислоты. Тогда в 100 мг образца содержится  $2,1 * 100 / 15 = 14$  мг

Подобным образом мы рассчитали содержание витамина С в остальных образцах квашеной капусты. Полученные данные занесли в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты исследований.

Анализируемый продукт	Количество аликвоты для анализа, мл	Объем раствора йода (в мл)	Количество витамина С в 15 мл аликвоты	Количество витамина С, мг в 100 г
капуста домашнего квашения	15	2,4	2,1	14,0
квашенная капуста с добавлением сахара	15	1	0,875	5,83
квашенная капуста с хреном	15	0,6	0,525	3,5

Результаты исследования показали, что витамин С содержится во всех образцах капусты. Но по количественному содержанию аскорбиновой кислоты есть расхождения, которые могут быть объяснены способом квашения, длительностью хранения, а также добавками, используемыми в рецептуре.

Йодометрический метод позволяет достаточно точно определить количественное содержание витамина С в растительной продукции.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Один из важных витаминов в нашем организме – витамин С или аскорбиновая кислота. Данный витамин участвует в окислительно-восстановительных процессах, положительно действует на центральную нервную систему, повышает сопротивляемость организма человека, помогает предотвратить образование тромбов и гематом, способствует заживлению старых язв, ран, снижению сахара в крови при сахарном диабете, улучшает усвоение кальция.

При недостатке витамина С нарушается обмен в соединительной ткани, повышается проницаемость капилляров, что в свою очередь, может быть причиной кровоизлияний и цинги.

В организме человека аскорбиновая кислота не синтезируется, поэтому мы должны получать ее с пищей (в среднем около 60 мг в сутки).

Белокочанная капуста является доступным и целебным продуктом, богатым ценными питательными веществами, витаминами, микро и макроэлементами. Её применяют при лечении различных заболеваний. Белокочанную капусту начали культивировать древние земледельцы уже в 6 веке до н.э. На Руси эту культуру стали возделывать лишь в 9 веке.

Она употребляется в пищу как в свежем, так и в квашеном виде. Особое значение квашеная капуста приобретает зимой, когда количество потребляемых населением продуктов, содержащих аскорбиновую кислоту, естественно сокращается.

Квашение хорошо сохраняет витамин С, что обусловлено образованием молочной кислоты в результате брожения глюкозы, которая выполняет роль стабилизатора. Чтобы получить продукт высокого качества необходимо, чтобы в сорте капусты содержалось достаточное количество сахаров для образования молочной кислоты и вторым условием является удаление кислорода из массы сырья тщательным уплотнением.

Потребление квашеной капусты благотворно отразится на организме человека и поможет предотвратить многие болезни или справиться с их последствиями.

Работа с литературными источниками, в том числе в сети Интернет, позволила нам изучить информацию о витамине С (аскорбиновой кислоте) и белокочанной капусте, а также ее свойствах и способах переработки.

Для количественного определения содержания витамина С использовали один из вариантов титриметрического анализа – метод йодометрии. Результаты исследования показали, что методы окислительно-восстановительного титрования возможно использовать и в практике определения качественного состава овощей, фруктов, фруктовых соков.

Экспериментальным путем определили содержание аскорбиновой кислоты в квашеной белокочанной капусте. В результате эксперимента установлено, что квашение влияет на содержание витамина С в капусте.

Литературные данные (20 мг) подтверждаются лишь в одном образце – капусте домашнего квашения, который приготовлен солёно – квашеным способом. Рассольный способ квашения капусты и добавление сахара снизили содержание витамина С в представленных образцах.

Добавление хрена в капусту не повысило содержание витамина С. Можно предположить, что способ, длительность хранения, технология промышленного производства повлияли на полученный результат.

Таким образом, наша гипотеза подтверждена экспериментальным путем, в процессе сравнения трех образцов квашеной капусты с различными добавками.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Наместников А.Ф. Консервирование плодов и овощей в домашних условиях / А. Ф. Наместников. - Четвертое исправленное и дополненное издание. - Москва: Пищ. пром-сть, 1967. - 232 с.
2. Тимирханова Г.А. Витамин С: классические представления и новые факты о механизмах биологического действия [Текст]/ Г.А. Тимирханова, Г.М. Абдуллина, И.Г. Кулагина // Вятский медицинский вестник. – 2007. – № 4. – С.158–161.
3. Федотова Н.В. Производство, хранение и переработка растениеводства в сельской усадьбе: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Н.В. Федотова. – М.: Издательский центр «Академия», 2016. - 320 с.
4. Химия и общество: пер. с англ. / Под ред. М.Ю. Гольдфельда. – М.: Мир, 1995. – 560 с.

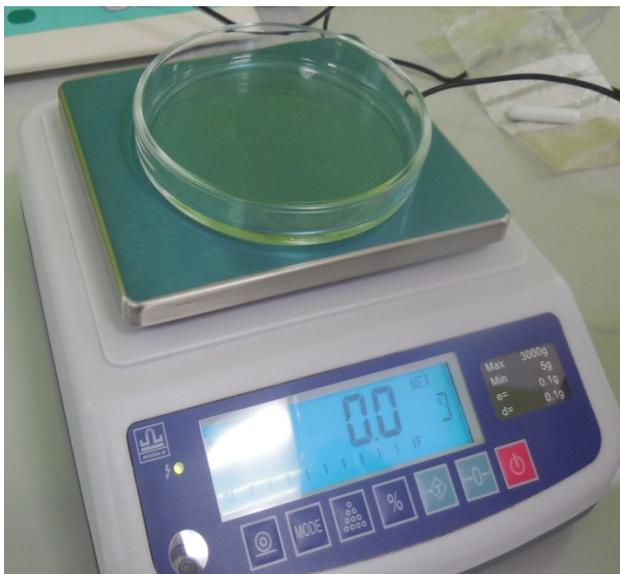
## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица содержания витамина С в овощах и фруктах

<b>Овощи</b>	<b>мг/100 г</b>	<b>Фрукты</b>	<b>мг/100 г</b>
Баклажаны	5	Абрикосы	10
Кабачки	10	Апельсины	50
Капуста	40	Смородина черная	250
Капуста квашеная	20	Бананы	10
Морковь	8	Виноград	4
Огурцы	15	Вишня	15
Перец красный	250	Шиповник	До 1500
Редис	50	Крыжовник	40
Редька	20	Дыня	20
Репка	20	Лимоны	50
Салат	15	Малина	25
Томаты	35	Мандарины	30
хрен	110-200	Персики	10
щавель	60	Слива	8
Лук зеленый	27	Яблоки, Антоновка	309

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Лабораторная посуда и оборудование, используемая в исследовании



### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

#### Образцы квашеной капусты



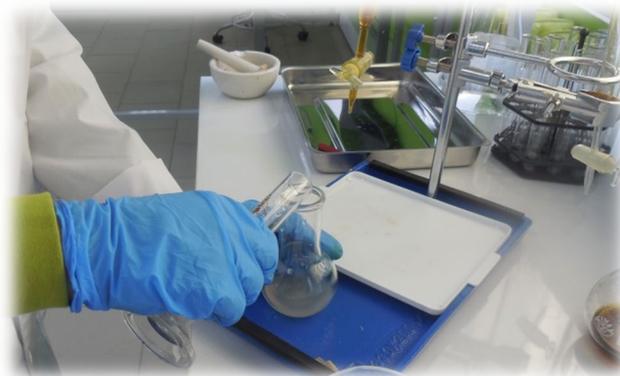
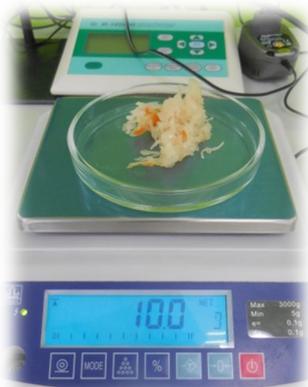
## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

### Рецепты квашения капусты

№	Название	Описание рецепта	Содержание витамина С, мг в
1	капуста домашнего квашения	Капуста белокачанная – 1 кг; Морковь – 30 г; Соль - 20 г. Нарезать капусту кусочками шириной 5 мм, морковь нашинковать. Перемешать и крепко помять капусту руками Капусту надо мять до тех пор, пока не выделиться сок. Плотно набить в емкость, выдавливая воздух. Оставить на 3-5 дней под гнет при комнатной температуре до окончания брожения. Далее хранить в прохладном месте.	14,0
2	квашеная капуста с добавлением сахара	Капуста белокачанная – 2 кг; Морковь – 0,5 кг; Сахар – 2 ч.л.; Соль 2 ст.л. Нарезать капусту кусочками шириной 5 мм, морковь нашинковать. Вымешивать с добавлением соли и сахара до появления сока. Плотно набить в емкость, выдавливая воздух. Оставить на сутки под гнет при комнатной температуре. Далее хранить в прохладном месте	5,83
3	квашеная капуста с хреном	Капуста белокачанная – 1 кг; 100 г моркови; 50 г хрена; 1 столовую ложку соли; полстакана воды; 5 горошин перца черного; два лавровых листа. Приготовленные кочаны мелко нарезать либо натереть на терке. Морковь и хрен тщательно промыть, почистить и порезать на маленькие кусочки или нашинковать. Переложить все в подготовленную тару и хорошенько перемешать. Приготовить маринад, для чего вскипятить воду, добавив туда соль, перец и лавровый лист. Затем залить полученным рассолом капусту, закрыть емкость крышкой и убрать на двое суток в теплое место. На третьи сутки добавить в капусту сахар по вкусу и дать настояться еще 24 часа в холоде, после чего закуска готова. Можно раскладывать ее по стерильным банкам	3,5

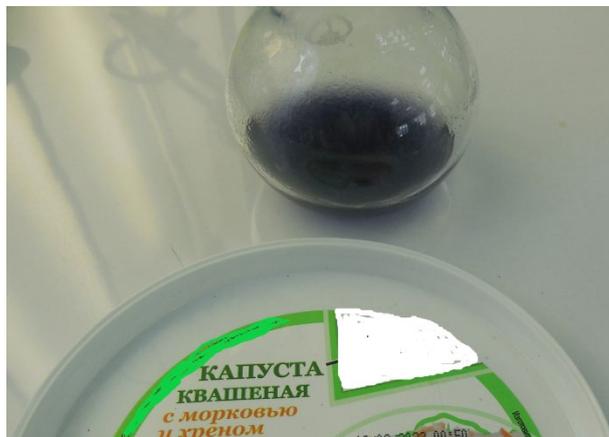
## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

### Этапы проведение испытания



**ПРИЛОЖЕНИЕ 6**  
**Результаты испытания**

Квашеная капуста с хреном



Квашеная капуста с добавлением сахара

