

Орловская область

БУ ОО ДО «Орловская станция юных натуралистов»

Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды
«Открытия 2030» (с международным участием)

«Современная химия»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА С В СВЕЖЕЗАМОРОЖЕННЫХ ЯГОДАХ

Автор работы:

Манашкова Эвелина Сергеевна

обучающаяся объединения

«Современные методы биологических исследований»

структурное подразделение «ЭКОСТАНЦИЯ»

БУ ОО ДО «Орловская станция юных натуралистов»

Научный руководитель:

Сидорова Татьяна Николаевна

педагог дополнительного образования

структурное подразделение «ЭКОСТАНЦИЯ»

БУ ОО ДО «Орловская станция юных натуралистов»

Орёл, 2022 год

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	5
1.1. Строение и физико-химические свойства аскорбиновой кислоты	5
1.2. Технология производства аскорбиновой кислоты.....	6
1.3. Промышленное значение аскорбиновой кислоты	7
1.4. Влияние витамина С на организм человека	8
1.5. Профилактика авитаминоза и гиповитаминоза С.....	8
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	10
2.1. Материалы и методика исследований.....	10
2.2. Испытание раствора на точность.....	11
2.3. Определение содержания аскорбиновой кислоты.....	12
ВЫВОДЫ	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	16
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	17

ВВЕДЕНИЕ

Проблема сохранения здоровья населения одна из важнейших на сегодняшний день в связи с ухудшением эпидемиологической обстановки, связанной с распространением новой коронавирусной инфекции (COVID-19), а также сезонными вспышками острых респираторных вирусных инфекций (ОРВИ) и гриппа. Укрепить иммунную защиту организма помогут богатые витамином С и другими ценными веществами продукты питания и напитки.

Актуальность

Актуальность выбранной работы заключается в огромной роли витамина С в стимуляции иммунной системы человека и снижении уровня заболеваемости. Человек не может синтезировать витамин С самостоятельно и должен получать его с едой. Летом и осенью, когда созревают ягоды, фрукты и овощи, наш организм получает аскорбиновую кислоту в количествах, нередко значительно превышающих суточную потребность. Зима и весна – это время, когда человеческий организм нуждается в витамине С по-особому остро. Обусловлено это тем, что в зимне-весенний период сокращается поступление данных элементов из натуральных и свежих продуктов. Поэтому зимой и весной поиск витаминов – дело не простое. Где же их взять, если до следующего урожая ещё долго? Чего ждать от зимних овощей, фруктов и ягод, которые лежат на прилавках магазинов привезённые со всего мира и обработанные всеми возможными средствами, для сохранения товарного вида? Как правило, собирают их задолго до созревания и дозревают они в дороге. Из-за этого в них меньше витаминов – они просто не успели их накопить. А вот плоды, которые сразу идут в заморозку, собирают на пике созревания, поэтому их питательная ценность выше. В связи с этим была выбрана тема исследования «Определение содержания витамина С в свежемороженых ягодах».

Цель работы: изучить биохимическую природу витамина С и определить количественное содержание витамина С в свежемороженых ягодах.

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- проанализировать и изучить научную, учебную литературу по данному вопросу;
- изучить химическую природу витамина С;
- познакомиться с технологией производства аскорбиновой кислоты;
- овладеть методом количественного определения витамина С и экспериментально определить его содержание в свежемороженых ягодах;
- сравнить полученные результаты содержания витамина С в свежемороженых ягодах с содержанием витамина С в свежих ягодах;
- определить, сколько витамина С теряется при заморозке;
- обобщить результаты исследования и сформулировать выводы.

Гипотеза

При замораживании потери витамина С незначительны.

Объектом исследования: свежемороженые ягоды (малины, облепихи, вишни, чёрной смородины, клубники).

Предмет исследования: содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) в свежемороженых ягодах.

Выполняя данную работу, были использованы следующие **методы исследования**:

- теоретические методы: сбор и анализ информации по данной теме с использованием различных литературных источников;
- эмпирические методы: наблюдение, сравнение, эксперимент;
- метод химического анализа – титриметрический анализ (метод йодометрии);
- методы измерения.

Практическая значимость

Работа содержит большой фактический материал, который даёт возможность использования его и полученных данных при изучении темы «Витамины» по предметам биология и химия в школе.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Строение и физико-химические свойства аскорбиновой кислоты

Аскорбиновая кислота впервые выделена в чистом виде в 1928 году венгерско-американским химиком Альбертом Сент-Дьёрди, а в 1932 году было доказано, что именно отсутствие аскорбиновой кислоты в пище человека вызывает цингу. В 1933 г. рядом исследователей установлена ее структура [7].

Витамин С – аскорбиновая кислота $C_6H_8O_6$, молекулярная масса 176,12 г/моль имеет следующую химическую формулу (рис.1):

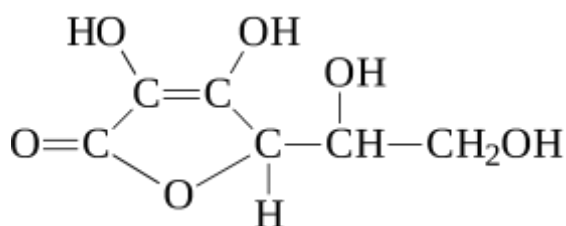


Рисунок 1. Химическая формула аскорбиновой кислоты

Аскорбиновая кислота представляет собой белое кристаллическое вещество с кислым вкусом, хорошо растворима в воде, плохо в спиртах (за исключением метанола), практически нерастворима в органических растворителях (эфир, бензин, бензол, хлороформ). Под влиянием высоких температур, кислорода, особенно в присутствии тяжёлых металлов (медь, железо), витамин С легко разрушается [2].

Аскорбиновая кислота легко образует соли – наиболее известна её натриевая соль (аскорбинат натрия). Аскорбиновая кислота очень легко окисляется и обладает сильной восстановительной способностью.

Витаминной активностью обладает только L-изомер, D-изомер является антивитамином (рис 2):

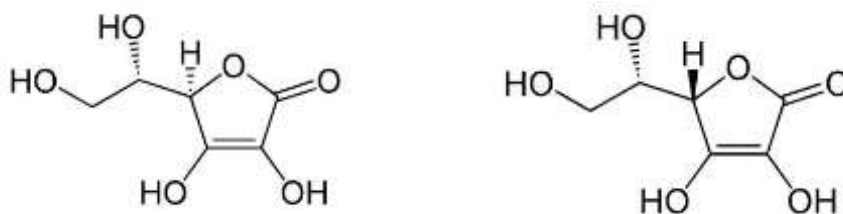


Рисунок 2. Химическое строение L-изомера и D-изомера аскорбиновой кислоты соответственно

1.2. Технология производства аскорбиновой кислоты

Аскорбиновая кислота в мировом промышленном производстве витаминной продукции занимает наибольшую долю – около 40 тыс. т. в год [1]. Её синтез был разработан швейцарскими учеными А. Грюсснером и С. Рейхштейном в 1934 г. и используется до настоящего времени. Витамин С выпускают в различных формах – в виде порошков, гранул, аскорбатов натрия и кальция [5].



Рисунок 3. Схема процесса получения аскорбиновой кислоты

Производство синтетической аскорбиновой кислоты – сложное химическое производство. Оно состоит из пяти основных процессов; производство это требует высоких давлений, применения различных катализаторов и химикатов и т. д.

Глюкозу под давлением около 80 атм в присутствии никелевого катализатора (ускорителя процесса) обрабатывают водородом. Это – процесс гидрирования, или восстановления, глюкозы. В результате получается новое соединение – сложный спирт (сорбит).

Сорбит с помощью уксуснокислых бактерий окисляют в сорбозу, которая подвергается дальнейшей химической обработке, в результате которой сорбозу переводят в новое химическое соединение –

диацетонсорбозу, которую затем окисляют и получают диацетонкетогулоновую кислоту. После освобождения от ацетона кетогулоновая кислота преобразуется в аскорбиновую, которая в итоге выкристаллизовывается. Выход продукта в пересчете на глюкозу составляет в целом до 54% [9].

1.3. Промышленное значение аскорбиновой кислоты

Пищевых добавок сейчас огромное количество. Пищевая добавка на упаковке обозначается буквой E с особым номером. Практически во всех продуктах есть это E, то есть пищевые добавки. Пищевая добавка E300 – это аскорбиновая кислота, применяется в двух сферах: в пищевой промышленности, а также в фармакологической.

Функции, выполняемые аскорбиновой кислотой в пищевом производстве:

- предотвращает образование в колбасе и консервах (мясных и рыбных) нитратов, нитритов и N- нитрозоаминов;
- при производстве различных мясных продуктов данная пищевая добавка помогает ускорить процесс окрашивания, а также в целом является стабилизатором цвета при хранении;
- является консервантом для животных и растительных жиров, то есть увеличивает их срок хранения;
- в производстве хлебобулочных изделий аскорбиновую кислоту используют для улучшения качества муки;
- в производстве алкогольных и безалкогольных напитков используют в качестве стабилизатора цвета;
- при производстве сухих продуктов питания, картофельных полуфабрикатов, фруктовых и овощных джемов используют в качестве антиокислителя и стабилизатора, который позволяет долгое время сохранять вкусовые качества продукта, его цвет и запах, а также такая добавка дополнительно обогащает продукцию витамином C;

- в кондитерском производстве может выступать заменой лимонной кислоты, а также является консервантом для используемых в сладостях жиров.

В фармакологии аскорбиновую кислоту выпускают в форме таблеток и драже, которые необходимы для преодоления дефицита витамина С, а также для укрепления защитных функций организма [8].

1.4. Влияние витамина С на организм человека

Витамин С стимулирует рост, участвует в окислительно-восстановительных процессах, тканевом дыхании, обмене аминокислот, улучшает усвоение углеводов. Но главное его качество – то, что он необходим для производства белка коллагена, скрепляющего клетки сосудов, кожи, костной ткани, удерживающего зубы в дёснах, поэтому, если долго не употреблять продукты с витамином С, начинают кровоточить и распухать дёсны, расшатываться и выпадать зубы, появляться синяки и кровоподтеки на коже, ломаться кости, выпадать волосы – это и есть первоначальные признаки цинги.

Витамин С стимулирует деятельность центральной нервной системы и эндокринных желёз, улучшает работу печени, регулирует холестеринный обмен, участвует в нормальном функционировании желудка, кишечника и поджелудочной железы. Он способствует усвоению железа и кроветворению, повышает сопротивляемость организма инфекциям, интоксикациям, перегреванию, охлаждению, кислородному голоданию.

Аскорбиновая кислота применяется при лечении цинги, инфекционных заболеваний, ревматизма, туберкулеза, язвенной болезни, при гепатитах, шоковом состоянии и др [4].

1.5. Профилактика авитаминоза и гиповитаминоза С

Примерная суточная доза витамина С составляет здорового человека – 70-100 мг; при занятиях спортом – 150-200 мг; беременных и кормящих – 120-150 мг; при простудных и других инфекционных заболеваниях – 500-2000 мг.

В терапевтических дозах аскорбиновая кислота хорошо переносится и побочных эффектов не вызывает. Дефицит витамина С в пище через 1-3 месяца ведёт к гиповитаминозу, а через 3-6 месяцев может возникнуть авитаминоз – цинга (скорбут). При полном отсутствии витамина в пище его незначительные запасы в организме исчерпываются через 2-3 месяца [4].

Важнейшей мерой профилактики авитаминоза и гиповитаминоза С является постоянное потребление достаточных количеств свежих овощей, фруктов и ягод. При отсутствии в зимне-весенний период свежих продуктов необходимо шире использовать в питании квашенные и мочёные – капусту, арбузы, яблоки, и др., а также соки, компоты, морсы, замороженные овощи, фрукты и ягоды [6].

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Материалы и методика исследований

Определение витамина С в свежемороженых ягодах

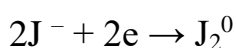
Оборудование: химические стаканы, фарфоровая ступка с пестиком, пипетки.

Объекты исследования: свежемороженые ягоды: малины, облепихи, вишни, чёрной смородины, клубники.

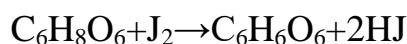
Метод исследования: йодометрия.

Для количественного и качественного определения витамина С используют метод йодометрии, где индикатором служит крахмал. Метод основан на способности аскорбиновой кислоты легко окисляться. Для анализа в качестве окислителя используется йод, как только он окислит всю аскорбиновую кислоту, следующая капля прореагирует с крахмалом, окрасит раствор в синий цвет.

В основе йодометрического титрования лежат свойства йода и йодид-иона. Свободный йод ведёт себя как окислитель: $J_2 + 2e \rightarrow 2J^-$, а йодид-ионы (J^-) отдают свои электроны окислителям и играют роль восстановителей:



Взаимодействие аскорбиновой кислоты с йодом происходит по уравнению:



Таким образом, один моль аскорбиновой кислоты (176 г/моль) реагирует с одним молем йода (254 г/моль), при этом образуется 1 моль дегидроаскорбиновой кислоты и 2 моля иодид-ионов. Этот вывод потребуется нам для последующих расчетов.

Воспользовавшись уравнением реакции, определили, какому количеству аскорбиновой кислоты соответствует 1мл 0,125%-ного раствора йода.

1) $m(J_2) = m_{p-pa} \times G/100 = 1г \times 0,00125 = 0,00125$ г (считаем плотность раствора йода примерно равной плотности воды, т. е. 1 г/мл):

$$2) V(J_2) = m/M = 0,00125 \text{ г}/254 \text{ г/моль} = 0,000004921$$

$$3) V(C_6H_8O_6) = V(J_2) = 0,00000492$$

$$4) m(C_6H_8O_6) = 0,00000492 \times 176 = 0,000875 \text{ г}$$

Значит, 1 мл 0,125%-ного раствора йода окисляет 0,875 мг аскорбиновой кислоты.

Зная концентрацию и объём используемого раствора йодной настойки, можно определить количество аскорбиновой кислоты в продуктах.

Приготовление рабочих растворов для определения витамина С

Реактивы, необходимые для проведения исследования [3]:

1. Раствор йода 0,125% (окислитель). Готовят разведением аптечной йодной настойки (5%) в 40 раз дистиллированной водой.
2. Коллоидный раствор крахмала (индикатор). Готовят разведением 1 г крахмала в небольшом количестве холодной воды. Смесь выливают в ½ стакана кипятка и перемешивают.

2.2. Испытание раствора на точность

Для определения точности измерения было проведено определение содержания аскорбиновой кислоты в 1 таблетке (100 мг) чистого витамина С (таблица 1). Одну таблетку аскорбиновой кислоты (без глюкозы), растворили в 500 мл воды и отобрали 25 мл раствора. В этом количестве раствора аскорбиновой кислоты в 20 раз меньше, чем в таблетке. Добавили к нему 2-3 мл раствора крахмала и осторожно, по каплям, приливая из пипетки разбавленный раствор йода, постоянно взбалтывали содержимое. При этом внимательно считали капли и следили за цветом раствора. Как только йод окислил всю аскорбиновую кислоту, следующая же его капля, прореагировав с крахмалом, окрасила раствор в синий цвет. Это означает, что титрование – закончено.

При проведении исследования было определено, что объём одной капли соответствует 0,05 мл (с помощью градуированной пипетки отмерили 1 мл разбавленного раствора йода и посчитали, сколько капель содержится в этом

объёме). Зная объём одной капли, можно достаточно точно определить объём раствора йода, израсходованного на титрование аскорбиновой кислоты.

Таблица 1

Определение содержания чистого витамина С

Объём раствора, израсходованного на титрование, мл	Расчёт массы витамина	Погрешность при проведении анализа
5,8 (116 капель)	$m(\text{витамина}) = 5,8 \times 0,875 = 5,075 \text{ мг};$ $m(\text{витамина})_{\text{общая}} = 5,075 \times 20 = 101,5 \text{ мг}$	1,5 %

Результаты показали, что определённое экспериментальным путем количество витамина С, равно 101,5 мг, что соответствует высокой точности метода.

2.3. Определение содержания аскорбиновой кислоты

Согласно методике [3], к 2 мл сока (рис. 4) добавили 10 мл дистиллированной воды и крахмал (0,5 мл) в качестве индикатора. Затем титриметрически было проведено определение количества аскорбиновой кислоты в исследуемом растворе (рис. 5). Точкой эквивалентности служило возникновение устойчивого синего окрашивания, не исчезающего 10-15 с (рис. 6).



Рисунок 4. Механическое получение сока



Рисунок 5. Титрование

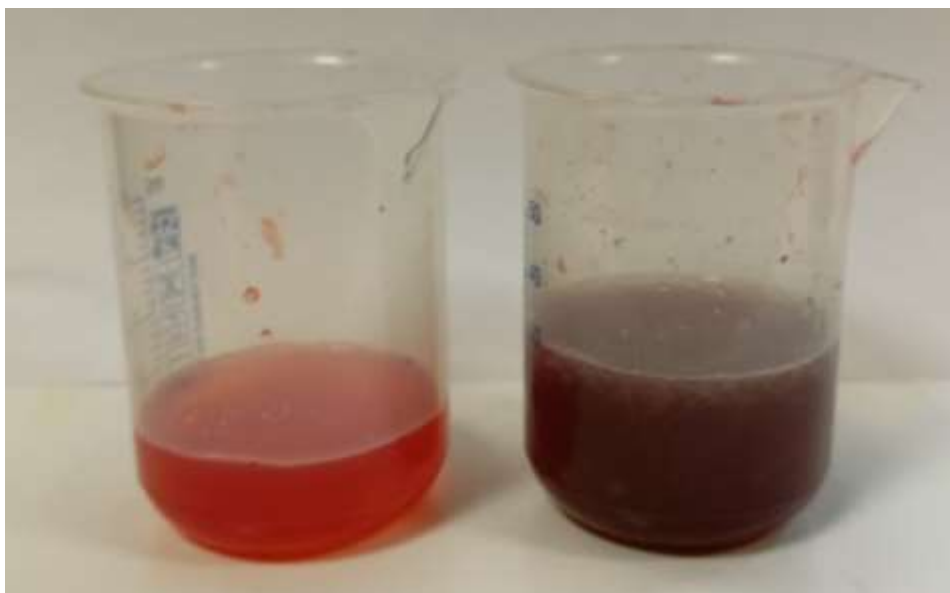


Рисунок 6. Сок до и после титрования

Выполнение расчётов:

1) Объём используемого раствора йодной настойки, который потребовался на окисление аскорбиновой кислоты, мл:

$$V(J_2) = \text{кол-во капель} \times 0,05 \text{ мл (0,05 мл в одной капле)}$$

При титровании сока малины израсходовали 8 капель раствора J_2 ,

8 капель \times 0,05 мл = 0,4 мл – потребовалось J_2 на окисление аскорбиновой кислоты.

2) Масса аскорбиновой кислоты, которая содержится в 2 мл сока, мг:

$$m_2(C_6H_8O_6) = V(J_2) \times 0,875 \text{ мг}$$

0,4 мл $J_2 \times$ 0,875 мг = 0,35 мг аскорбиновой кислоты содержится в 2 мл сока малины.

3) Вычислили массу аскорбиновой кислоты на 100 мл пробы, мг:

$$m_{100}(C_6H_8O_6) = m_2(C_6H_8O_6) \times 50$$

0,35 \times 50 = 17,5 мг - аскорбиновой кислоты содержится в 100 мл сока малины.

Аналогично провели опыты с другими ягодами и рассчитали содержание витамина С. Полученные данные занесли в таблицу 2.

Содержание витамина С в ягодах

Ягоды	Объём раствора йода		Содержание витамина С, мг		
			Свежесзамороженные		Свежие (литературные данные)
	капли	мл	в 2 мл	в 100 мл	в 100 мл
Малина	8	0,4	0,31	17,5	25
Облепиха	67	3,35	2,93	146,6	200
Вишня	4	0,2	0,18	8,8	15
Чёрная смородина	68	3,4	2,98	148,8	200
Клубника	21	1,05	0,92	45,9	60

Как видно из таблицы 2, особенно высоко содержание аскорбиновой кислоты в чёрной смородине (148,8 мг) и облепихе (146,6 мг). Довольно высокое количество витамина С отмечено в клубнике (45,9 мг), на третьем месте малина (17,5 мг). Совсем незначительное количество аскорбиновой кислоты было выявлено в вишне (8,8 мг).

Сравнительный анализ сохранности витамина С при заморозке наглядно представлен на рисунке 7.

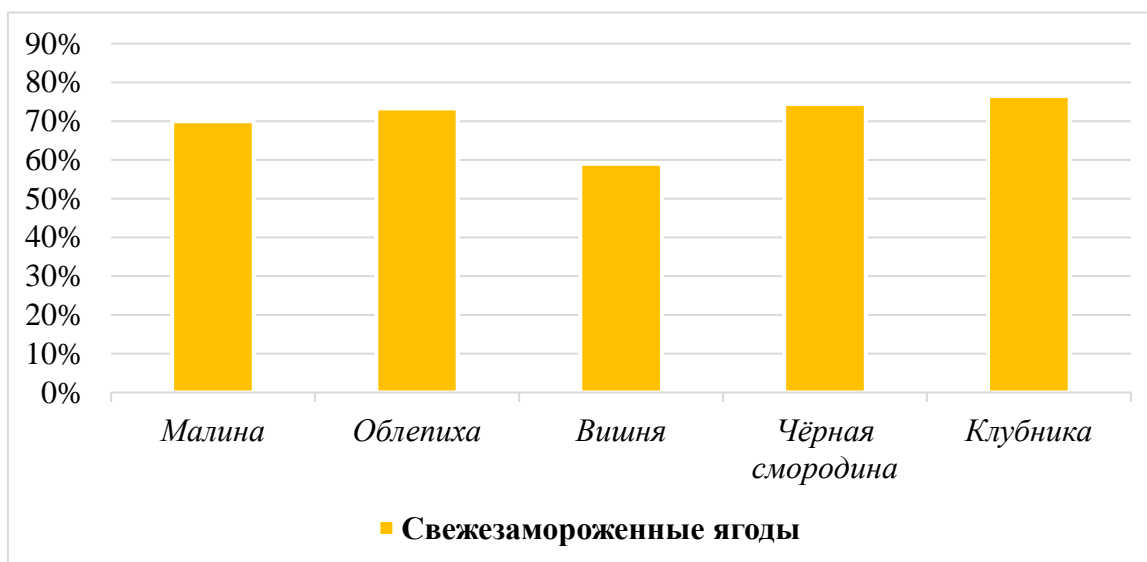


Рисунок 7. Сохранность витамина С

Таким образом, потери витамина С при заморозке существуют, больше всего потери составили у вишни – 41%, у малины – 30%, у облепихи – 26,7%, у чёрной смородины – 25,6%, меньше всего у клубники – 23,5%. В среднем сохранность витамина С составила 71%.

ВЫВОДЫ

В ходе исследования было установлено:

1. Наибольшее количество витамина С содержится в свежемороженых плодах чёрной смородины и облепихе. Довольно высокое количество витамина С отмечено в клубнике, на третьем месте малина. Незначительное количество аскорбиновой кислоты было выявлено в вишне.
2. При заморозке потери витамина С составили в среднем 29%, меньше всего у клубники – 23,5%, больше всего потери составили у вишни – 41%.

Таким образом, аскорбиновая кислота сохраняется в свежемороженых ягодах в количестве, достаточном для восполнения её дефицита в зимне-весенний период.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ягоды – кладезь витаминов, минералов и клетчатки, незаменимых для правильной работы организма. И все эти богатства можно в достаточном объёме обнаружить в замороженных плодах. Заморозка считается наиболее щадящим способом длительного хранения продуктов, в том числе ягод. Она позволяет максимально сберечь ценные вещества и витамины.

Результаты проведенного исследования показали, что концентрация витамина С, который довольно быстро разрушается под воздействием окружающей среды при хранении плодов, сохраняется при заморозке.

Таким образом, в результате проведённого исследования была экспериментально подтверждена выдвинутая гипотеза, цели и задачи выполнены.

Исследование может быть полезно и интересно учащимся школ, которые увлекаются биологией и химией, а также обучающимся дополнительного образования естественнонаучной направленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Девис, М., Остин Дж., Патриж Д. Витамин С: Химия и биохимия: Пер. с англ. – М.: «Мир», 1999. – 176 с.
2. Евлаш, В.В., Отрошко Н.А., Кузнецова Т.О. Химия витаминов: учебное пособие/ В.В. Евлаш, Н.А. Отрошко, Т.О. Кузнецова: Харьковский государственный университет питания и торговли. – Х., 2014. – 155 с.
3. Егорова, А.Ю., Мажукина О.А. Химические основы биологических процессов (экспериментальные и теоретические задачи): Учеб.-метод. пособие. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2013. – 107 с.
4. Лифляндский, В.Г. Целебные свойства витаминов и минералов. – М.: ЗАО «ОЛМА Медиа Групп», 2009. – 192 с.
5. Разговоров, П.Б. Технология получения биологически активных веществ: учеб. пособие / П.Б. Разговоров; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2010. – 72 с.
6. Витамины и минеральные вещества: Полная энциклопедия/ Сост. Т.П. Емельянова. – СПб.: ЗАО «ВЕСЬ», 2000. – 368 с.
7. Аскорбиновая кислота – Википедия – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Аскорбиновая_кислота#История
8. Пищевая добавка E300 или аскорбиновая кислота – URL: https://detdom-vidnoe.ru/for_parents/11522.php
9. Производство аскорбиновой кислоты – URL: <https://libtime.ru/kitchen/proizvodstvo-askorbinovoy-kisloty.html>