

Государственное общеобразовательное учреждение средняя  
общеобразовательная школа №53 Приморского района Санкт-Петербурга

**Исследовательская работа**  
**«Количественный анализ аскорбиновой кислоты»**

Большаковой Татьяны,

Дербиной Ольги,

Поповой Виктории,

Авчухова Евгения

Научный руководитель:

Злобина Людмила Дмитриевна

Санкт-Петербург

2010 год

## Введение.

Во второй половине XIX века считалось, что пищевая ценность продуктов определяется содержанием в них белков, жиров, углеводов, минеральных солей и воды. Между тем за века человечество накопило немалый опыт длительных морских путешествий, когда при достаточных запасах продовольствия люди гибли от цинги. Почему?

На этот вопрос не было ответа до тех пор, пока в 1880 году русский ученый Николай Лунин, изучавший роль минеральных веществ в питании, не заметил, что мыши, поглощавшие искусственную пищу, составленную из всех известных частей молока (казеина, жира, сахара и солей), чахли и погибали. А мышки, получавшие натуральное молоко, были веселы и здоровы. "Из этого следует, что в молоке... содержатся еще другие вещества, незаменимые для питания", - сделал вывод ученый.

Еще через 16 лет нашли причину болезни "бери-бери", распространенной среди жителей Японии и Индонезии, питавшихся в основном очищенным рисом. Врачу Эйкману, работавшему в тюремном госпитале на острове Ява, помогли... куры, бродившие по двору. Их кормили очищенным зерном, и птицы страдали заболеванием, напоминавшим "бери-бери". Стоило заметить его на рис неочищенный - болезнь проходила.

Первым выделил витамин в кристаллическом виде польский ученый Казимир Функ в 1911 году. Год спустя он же придумал и название - от латинского "vita" - "жизнь".

Витамин С, или аскорбиновая кислота (Acidum ascorbinicum), впервые в чистом виде был выделен в 1928 году из лимонного сока, а в 1932 году было доказано, что именно его отсутствие в пище человека вызывает цингу [2].<sup>1</sup>

В природе значительные количества аскорбиновой кислоты содержатся в растениях. Наиболее богаты аскорбиновой кислотой плоды шиповника, киви, красного перца, цитрусовых, черной смородины, лук, томаты, листовые овощи (например, салат и капуста).

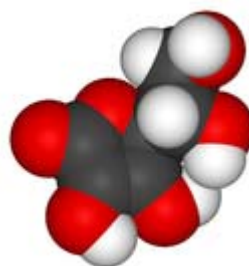
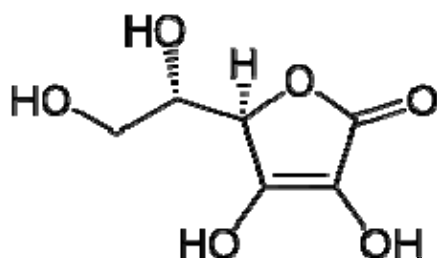
Таблица 1. Содержание аскорбиновой кислоты в некоторых фруктах, овощах и ягодах на 100 г съедобной части продуктах[3].

Продукт	Содержание витамина, мг	Продукт	Содержание витамина, мг
Свекла	10	Капуста белокочанная	45
Морковь	5	Шиповник (сухой)	1200
Груша	5	Черная смородина	200
Айва	23	<i>Апельсины</i>	<i>60</i>

<sup>1</sup> <http://www.vitamini.ru/encyclopedia/article.aspx?id=1443>

Персики	10	<i>Лимоны</i>	<b>40</b>
Гранат	4	Брусника	15
Черешня темноокрашенная	15	Клюква	15
Малина	25	Черноплодная рябина	15
Земляника	60	Крыжовник	30
Вишня	15	Щавель	43
Слива	10	Шпинат	55
Виноград (черный)	6	Укроп	100
Яблоки зимние	16	Петрушка (зелень)	150
Картофель	20	Сельдерей (зелень)	38

Аскорби́новая кислота́ (витамин С) — органическое соединение, родственное глюкозе (брутто-формула  $C_6H_8O_6$ , молекулярная масса 176 г/моль), является одним из основных питательных веществ в человеческом рационе, необходимым для нормального функционирования соединительной и костной ткани.



По физическим свойствам аскорбиновая кислота представляет собой белый кристаллический порошок кислого вкуса. Он легко растворим в воде и в спирте.

Витамин С синтезируется растениями (из галактозы) и большинством животных (из глюкозы), за исключением приматов и некоторых других животных (например, морских свинок), которые получают её с пищей. Синтетически витамин С получают из глюкозы.

Люди должны получать аскорбиновую кислоту с пищей, поскольку у приматов ген, отвечающий за образование одного из ферментов синтеза аскорбиновой кислоты, неактивен. Физиологическая потребность для взрослых — 90 мг/сутки (беременным женщинам рекомендуется употреблять на 10 мг больше, кормящим — на 30 мг). Физиологическая потребность для детей — от 30 до 90 мг/сутки в зависимости от возраста. Верхний допустимый уровень потребления — 2000 мг/сутки.

Среди симптомов нехватки в организме витамина С находятся слабость иммунной системы, кровоточивость дёсен, бледность и сухость кожи, замедленное восстановление тканей после физических повреждений (раны, синяки), потускнение и выпадение волос, ломкость ногтей, вялость, быстрая утомляемость, ослабление мышечного тонуса, ревматоидные боли в крестце и конечностях (особенно нижних, боли в ступнях), расшатывание и выпадение зубов; хрупкость кровеносных сосудов приводит к кровоточивости дёсен, кровоизлияниям в виде тёмно-красных пятен на коже.

Избыток витамина С может вызывать раздражение мочевого тракта, кожный зуд, понос.

Аскорбиновая кислота применяется как общеукрепляющее и стимулирующее иммунную систему средство при различных болезнях (простудные, онкологические и т. д.), а также профилактически при недостаточном поступлении с пищей, например, в зимне-весенний период.

В пищевой промышленности аскорбиновая кислота и ее натриевая соль (аскорбат натрия) применяется в качестве консерванта Е300, предотвращающего окисление продукта[4].

***Цель нашего исследования*** заключается в изучении явления термолабильности окислительных ферментов.

***Задачи нашего исследования:***

1) Используя реакцию окисления фенола, определить наличие в различных растительных объектах оксидаз и пероксидаз.

2) Определить, в каких растительных объектах окислительные ферменты наиболее активны.

3) Выяснить, как различные температурные режимы влияют на активность окислительных ферментов, а также какой температурный режим наиболее благоприятен для их работы.

Для качественного анализа аскорбиновой кислоты (витамина С) мы воспользуемся её характерной особенностью – легкостью окисления. При этом она превращается в дегидроаскорбиновую кислоту, которая не имеет витаминных свойств. Для анализа возьмем сильный окислитель – йод. Метод анализа – титрование.

Титриметрический анализ (титрование) основан на измерении объёма раствора реактива известной концентрации (в нашем случае йода), расходуемого для реакции с определяемым веществом.

Титриметрический метод определения веществ, основанный на ОВР с участием йода, называется йодометрия. При прямом титровании к раствору определяемого вещества добавляют небольшими порциями раствор йода до прекращения реакции.

Опыт №1. Контрольный: сколько витамина С в одном аптечном драже?

А) Определили объём одной капли раствора йода.

Мы отмерили 5 мл спиртового раствора йода с помощью пипетки и посчитали, сколько капель в этом объёме содержится (287 капель). Разделив 5 на количество капель, получили объём одной капли раствора йода (0,0174 мл).



Б) Приготовили раствор аскорбиновой кислоты: 2 драже аптечной аскорбиновой кислоты мы растворили в 100 мл воды, предварительно освободив их от оболочки частичным растворением. Отобрали 25 мл раствора и добавили примерно половину стакана воды – точное её количество значения не имеет.



В) Приготовили раствора крахмала: развели 1г крахмала в небольшом количестве холодной воды, залили стаканом кипятка и остудили.

Г) К полученному согласно пункту Б раствору витамина С мы добавили 2-3 мл раствора крахмала. Затем осторожно, по каплям, прибавляли из пипетки раствор йода, постоянно взбалтывая содержимое (удобно это делать в конической колбе). Мы 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 значило, что наша операция – титрование – завершена. На титрование использовано 26 капель, что соответствует 0,45 мл раствора йода.



Д) Провели расчёт: зная, что 1мл 5% раствора йода соответствует 35 мг аскорбиновой кислоты, мы рассчитали, сколько мг её содержалось в растворе:

1 мл 5% раствора йода – 35 мг аскорбиновой кислоты

0,45 мл раствора йода – x мг аскорбиновой кислоты

$$x = 15,83 \text{ мг}$$

Помножив это количество на 4 и разделив на 2, получили массу витамина С, которую мы выделили из одного драже: 31,67 мг.

## Опыт № 2

### Количественный анализ витамина С в соке лимона и апельсина.

Т.к. в соке содержится гораздо меньше витамина, чем в опыте с аптечными драже, йода на титрование пойдёт тоже меньше (может потребоваться всего 1-2 капли). Чтобы результат был более точным, надо разбавить йодную настойку: при разбавлении йода в 40 раз получится 0,125% раствор, 1 мл которого соответствует 0,875 мг аскорбиновой кислоты. Поскольку поверхностное натяжение воды больше, чем спирта, капли полученного раствора будут крупнее. Поэтому нам пришлось заново посчитать объём одной капли.

*Оборудование:* лимон, апельсин, аптечный спиртовой раствор йода (5%), раствор крахмала, пипетки, химические стаканы, колбы.

А) Определили объём одной капли разбавленного раствора йода:

- 1) 1 мл аптечной йодной настойки разбавили водой до объёма 40 мл.
- 2) Отмерили по 5 мл раствора и с помощью разных пипеток посчитали, сколько капель в нём содержится (140 и 101). Разделив 5 мл на количество капель, получили объём одной капли разбавленного раствора йода (соответственно 0,0357мл для анализа сока лимона и 0,049 мл для анализа сока апельсина).



Б) Отмерили по 20 мл сока лимона и апельсина и разбавили водой до объёма 100 мл.







Разделили раствор на 5 частей по 20 мл:

В 1-ю часть поместили железный предмет на 30-40 мин.

Во 2-ю часть поместили алюминиевый предмет на 30 – 40 минут.

3-ю часть оставили при комнатной температуре на 30-40 мин.



4-ю часть прокипятили и остудили.



5-ю часть титровали сразу после приготовления.



В) Перед началом титрования в каждую порцию раствора добавили 2-3 мл раствора крахмала.



Д) Провели расчёт: зная, что 1мл 0,125% раствора йода соответствует 0,875 мг аскорбиновой кислоты, мы рассчитали, сколько мг её содержалось в соке.

Например, в 1-м растворе сока лимона:

1 мл 0,125% раствора йода –	0,875 мг аскорбиновой кислоты
3,356 мл раствора йода –	x мг аскорбиновой кислоты
	x = 2,9 мг

Е) Заполнили таблицы №1 и №2 по результатам опытов.

Таблица № 1. Анализ сока лимона.

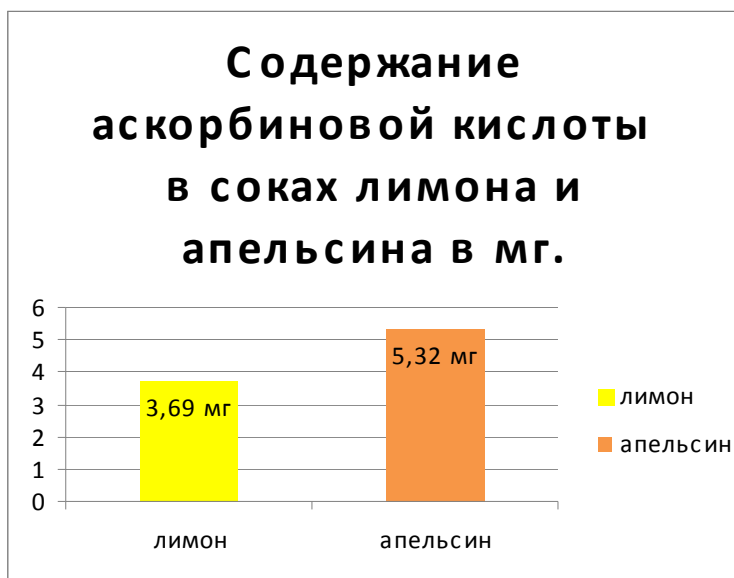
№ раствора	Условия проведения опыта	Количество капель раствора йода	объем раствора йода, затраченный на титрование (мл)	Содержание аскорбиновой кислоты в соке лимона в мг	Потеря аскорбиновой кислоты в мг	Потеря аскорбиновой кислоты в %
1	Оставить сок в железной посуде на 30 мин.	94	3,356	2,9	0,79	21,4
2	Оставить сок в алюминиевой посуде на 30 мин.	93	3,32	2,9	0,79	21,4
3	Титровать через 30 мин.	100	3,57	3,12	0,57	15,45
4	Титровать после кипячения	80	2,856	2,5	1,19	32,24
5	Титровать сразу после приготовления	118	4,213	3,69	-	-

Таблица № 2. Анализ сока апельсина.

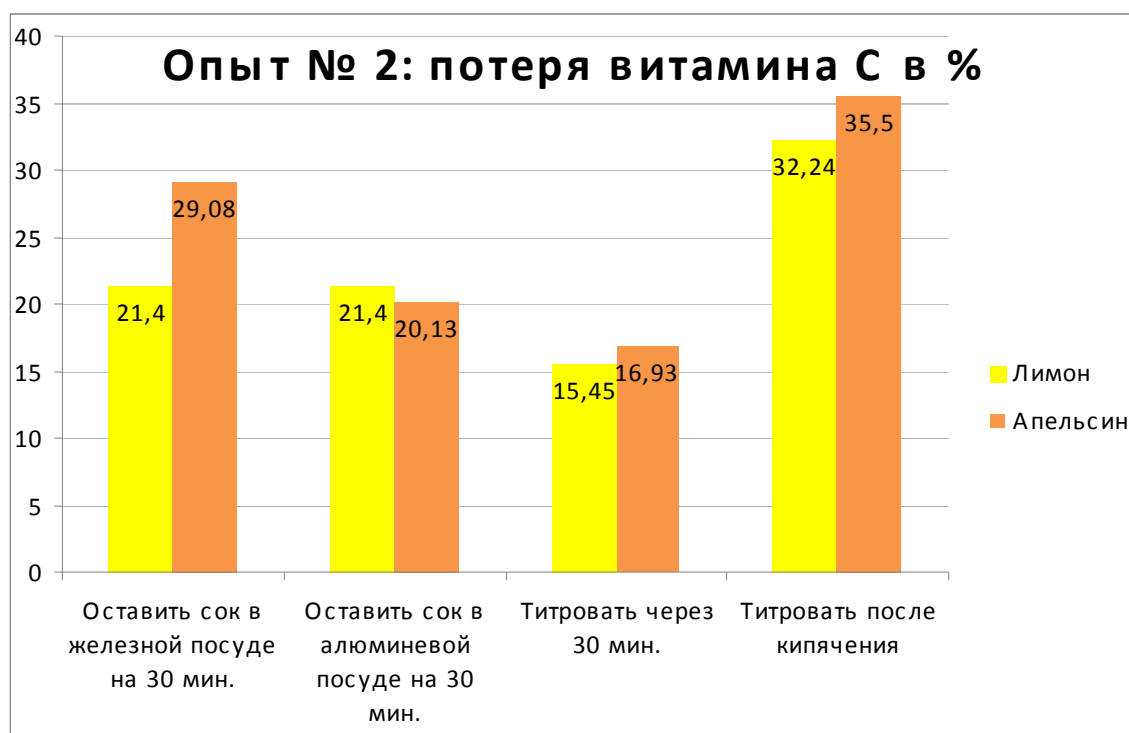
№ раствора	Условия проведения опыта	Количество капель раствора йода	объём раствора йода, затраченный на титрование (мл)	Содержание аскорбиновой кислоты в соке апельсина в мг	Потеря аскорбиновой кислоты в мг	Потеря аскорбиновой кислоты в %
1	Оставить сок в железной посуде на 30 мин.	88	4,313	3,77	1,546	29,08
2	Оставить сок в алюминиевой посуде на 30 мин.	99	4,851	4,244	1,07	20,13
3	Титровать через 30 мин.	103	5,047	4,416	0,9	16,93
4	Титровать после кипячения	80	3,92	3,43	1.886	35,5
5	Титровать сразу после приготовления	124	6,076	5,316	-	-

## Выводы.

Наиболее высокое содержание аскорбиновой кислоты было нами обнаружено в соке апельсина, что согласуется с другими литературными источниками [3].



Условия проведения опыта сходно влияют на содержание витамина С в соках лимона и апельсина.





Так, наибольшая потеря аскорбиновой кислоты произошла после кипячения данных соков (соответственно на 32,24% и на 35.5%). Но опыт показал, что даже при тепловой обработке фруктов, аскорбиновая кислота разрушилась не полностью - её оставалось не менее 65% от первоначального количества. Следовательно, варенье также можно использовать как источник витамина С, но все же для хранения фруктов и ягод их лучше не варить, а перетирать с сахаром.

Исследование 3-го раствора показало, что контакт с воздухом (в течение 30-40 минут) вызывает наименьшее снижение содержания витамина С по сравнению с другими растворами (15,5% - в соке лимона; 16,93% - в соке апельсина). Но можно предположить, что при длительном хранении соков на воздухе содержание аскорбиновой кислоты еще больше понизиться.

**Практический вывод:** Полезнее пить свежавыжатые соки!!!

Железные и алюминиевые предметы вызывают понижение концентрации аскорбиновой кислоты на 20 - 29%. Учитывая, что контакт с ней длился в течение 30-35 минут, нельзя сказать, что эта потеря слишком значительна. То есть резать фрукты, например, стальным ножом вполне допустимо. Но для сохранения максимального количества витамина С при приготовлении, например, фруктового пюре лучше использовать пластиковые терки. Также, чтобы предотвратить потерю аскорбиновой кислоты при длительном контакте с металлом, следует варить варенье в эмалированной посуде или в посуде с тефлоновым покрытием.

**Практический вывод:** Избегайте длительных контактов аскорбиновой кислоты с изделиями из металла!!!

### Опыт №3. Анализ плодов (яблока и киви).

*Оборудование:* яблоко, киви, нож из нержавеющей стали, фарфоровая ступка, пестик, весы, пипетка, стаканы, колба, растворы хлороводородной кислоты, крахмала и йода.

А) Определили объём одной капли разбавленного раствора йода:

- 1) 1 мл аптечной йодной настойки мы разбавили водой до объёма 40 мл.
- 2) Отмерили 5 мл раствора и с помощью пипетки посчитали, сколько капель в нём содержится (83 капли). Разделив 5 мл на количество капель, мы получили объём одной капли разбавленного раствора йода (0,06 мл).

Б) Приготовили раствор крахмала: развели 1г крахмала в небольшом количестве холодной воды, залили стаканом кипятка и остудили.

Тонким ножом из нержавеющей стали мы вырезали из предварительно взвешенного плода пробу в виде ломтика, от кожуры до сердцевины (витамин С распределён в толще плода неравномерно).



Этот ломтик перенесли в фарфоровую ступку с разбавленной хлороводородной кислотой и тщательно растёрли пестиком (анализ нужно проводить в кислой среде, т.к. в яблоках содержится фермент аскорбиноксидаза, в присутствии которого аскорбиновая кислота быстро окисляется на воздухе).

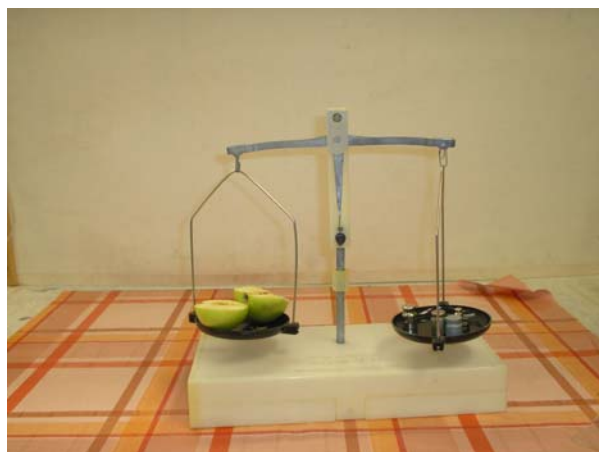
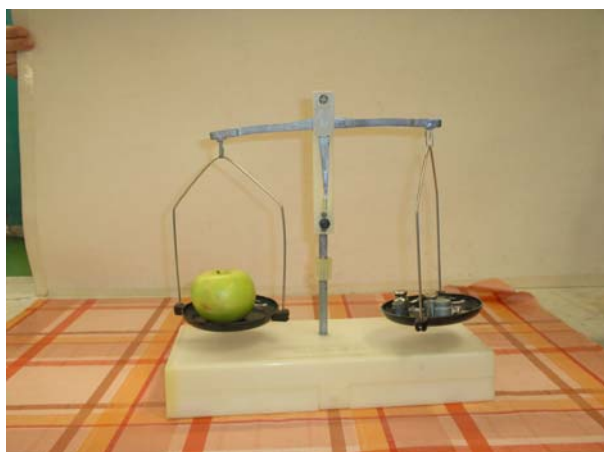




Добавили раствор крахмала и титровали смесь разбавленным раствором йода.



Массу пробы определили по разности: взвесили плод до анализа, целиком, а затем ещё раз, без ломтика.



Провели расчёт: зная, что 1мл 0,125% раствора йода соответствует 0,875 мг аскорбиновой кислоты, мы рассчитали, сколько её по массе и в процентах содержалось в плоде.

Киви:

1 мл раствора йода                   – 0,875 мг аскорбиновой кислоты

16,44 мл раствора йода -           X мг аскорбиновой кислоты

$$X = 14,385 \text{ мг}$$

14,385 мг аскорбиновой кислоты – в 34,16 г пробы

X мг аскорбиновой кислоты – в 88,44 г целого плода

$$X = 37,24 \text{ мг}$$

$$37,24 \text{ мг} : 88440 \text{ мг} = 0,00042 = 0,042\%$$

Яблоко:

1 мл раствора йода – 0,875 мг аскорбиновой кислоты

1,2 мл раствора йода - X мг аскорбиновой кислоты

$$X = 1,05 \text{ мг}$$

1,05 мг аскорбиновой кислоты – в 7,57 г пробы

X мг аскорбиновой кислоты – в 76,57 г целого плода

$$X = 10,62 \text{ мг}$$

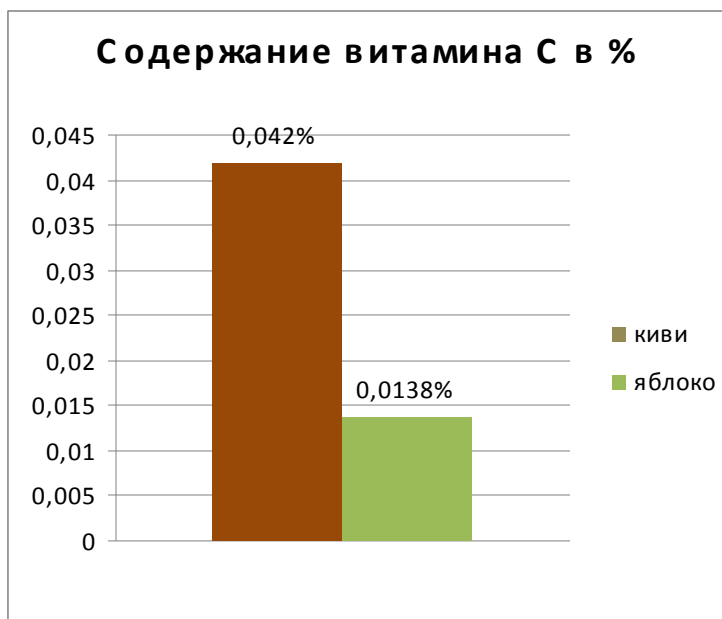
$$10,62 \text{ мг} : 76,57 \text{ мг} = 0,00014 = 0,014\%$$

По результатам опыта мы заполнили таблицу 3.

*Таблица №3.*

Масса плода		Масса пробы	Объём раствора йода	Содержание аскорбиновой кислоты		
целиком	без пробы			в пробе, в мг	в целом плоде в мг	в целом плоде в %
88,44 г	54,28 г	34,16 г	274 капли	14,385 мг	37,24 мг	0,042 %
Киви			16,44 мл			
76,57 г	69 г	7,57 г	20 капель	1,05 мг	10,62 мг	0,014 %
Яблоко			1,2 мл			





#### Выводы:

На основании опыта мы пришли к выводу, что в процентном соотношении в данном плоде киви содержится аскорбиновой кислоты в три раза больше, чем в исследованном яблоке.





Список использованной литературы:

- 1) О. Ольгин. Опыты без взрывов. М. Химия. 1995.
- 2) <http://www.vitami.ru/encyclopedia/article.aspx?id=1443>
- 3) <http://klotho.ru/soderzhanie-vitamina-s-v-ovoshhax-i-fruktax/>
- 4) [http://ru.wikipedia.org/wiki/Витамин\\_С](http://ru.wikipedia.org/wiki/Витамин_С)
- 5) <http://www.leovit.ru/vitaminc.html>