

Департамент образования города Москвы

**Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
города Москвы «Школа в Капотне» (ГБОУ Школа в Капотне)**

109649, г. Москва, ул. 5-й квартал Капотни, д. 29

т/факс 8-495-355-00-00, e-mail:

kapotnya.mskobr.ru

kapotnya@edu.mos.ru

ИНН/КПП

ОГРН 1037700077403

7723138571/772301001

Исследовательская работа по теме:

**Определение витамина С в сокосодержащих напитках и влияние
условий хранения на его содержание**

Авторы:

**Губин Никита Александрович,
Кондратьева Эвелина Сергеевна,
обучающиеся 10 «В» класса ГБОУ Школа в Капотне**

Руководитель:

**Коршунов Александр Анатольевич,
учитель биологии ГБОУ Школа в Капотне**

Москва, 2022

Оглавление:

Введение.....	2
1. Литературный обзор	
1.1 Роль витамина С в жизнедеятельности человека	3
1.2 Норма потребления витамина С	4
1.3 Факторы, разрушающие аскорбиновую кислоту	5
2. Материалы и методы	5
3. Результаты и обсуждение	6
3.1 Содержание витамина С в различных соках	6
3.2 Содержание витамина С в апельсиновом соке разных марок .	7
3.3 Изменение содержания витамина С в соках при хранении ...	8
4. Выводы.....	10
5. Список литературы.....	11
6. Приложение.....	11

Введение

Для полноценного роста и развития живому организму необходимы биологически активные вещества – витамины. Одним из наиболее значимых витаминов является аскорбиновая кислота (витамин С).

Поскольку потребление витамина С непосредственно влияет на состояние здоровья человека, а на растущий организм подростков в особенности, то знать, сколько мы употребляем его в пищу, безусловно, важно и **актуально**. Одним из наиболее простых способов получения витамина С и поддержания его на необходимом уровне является употребление соков, но большинство людей после покупки выпивают сок не сразу, и он остается храниться в домашних условиях, и интересно как условия и сроки хранения влияют на количество витамина С, находящееся в нём.

Целью данной работы являлось определение содержания аскорбиновой кислоты в различных соках, с последующим установлением её количества при различных способах хранения.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучить научную и методическую литературу по теме;
2. Экспериментально определить и сравнить количество витамина С в соках из разных фруктов;
3. Экспериментально определить и сравнить количество витамина С в апельсиновых соках и сокосодержащих напитках разных производителей и свежевыжатом соке;
4. Установить влияние температуры и продолжительности хранения соков на сохранность изучаемого витамина;
5. Дать рекомендации по потреблению и хранению соков.

Нами была выдвинута следующая **гипотеза**: количество витамина С в соках будет уменьшаться пропорционально количеству дней хранения.

Объектом исследования являлись свежевыжатые и консервированные фруктовые соки разных торговых марок.

Предмет исследования: содержание витамина С (аскорбиновой кислоты).

Сроки и время исследования: январь 2022 года.

1. Литературный обзор

1.1 Роль витамина С в жизнедеятельности человека

Витамин С - мощный антиоксидант, защищающих организм от чрезмерного действия свободных радикалов [4]. Он играет важную роль в регуляции окислительно-восстановительных процессов, участвует в синтезе белка коллагена, обмене фолиевой кислоты и железа, а также синтезе стероидных гормонов и катехоламинов. Аскорбиновая кислота также регулирует свертываемость крови, нормализует проницаемость капилляров, необходима для кроветворения, оказывает противовоспалительное и противоаллергическое действие. Усиливает репаративные процессы, увеличивает устойчивость к инфекциям [2,4].

Витамин С улучшает способность организма усваивать кальций и железо, выводить токсичные медь, свинец и ртуть. Важно, что в присутствии адекватного количества витамина С значительно увеличивается устойчивость витаминов В₁, В₂, А, Е, пантотеновой и фолиевой кислот [4].

Аскорбиновая кислота участвует в образовании мукополисахаридов, коллагена, в поддержании иммунитета, активации множества ферментов, обмене гормонов (тироцина, кортикоидов). При недостатке витамина С замедляются процессы регенерации, расшатываются и выпадают зубы. Это происходит, потому что в тканях нарушается процесс образования оксипролина и оксилизина – структурных компонентов коллагена.

Аскорбиновая кислота может синтезироваться растениями (из галактозы) и животными (из глюкозы). Исключение составляют приматы (в том числе человек) и некоторые другие животные, которые должны получать аскорбиновую кислоту с пищей. Значит, наш организм не может запасать витамин С, поэтому людям необходимо постоянно получать его дополнительно.

Много витамина С находится в плодах шиповника, красного перца, цитрусовых, красной и чёрной смородины, томатов, обнаружено незначительное

содержание аскорбиновой кислоты в растениях лука, салата, капусты, картофеля [3].

Полное и длительное отсутствие витамина С в рационе или прекращение его усвоения вследствие болезни ведет к возникновению заболевания, известного под названием цинги. Ее развитие последовательно сопровождается кровотечением десен, потерей зубов, слабостью, общей анемией. Именно поэтому химическое соединение получило название «аскорбиновая кислота» (от латинского *scorbutus* – цинга и отрицания «а»).

Начальные формы дефицита витамина С явление достаточно распространенное: кровоточивость десен, легкость возникновения синяков, плохое заживление ран, вялость, возрастание подверженности к заболеваниям верхних дыхательных путей. Глубина дефицита аскорбиновой кислоты особенно нарастает в зимне-весенний период, поэтому актуальным является применение витаминов особенно в это время года.

1.2 Норма потребления витамина С

Суточная потребность взрослого здорового человека в аскорбиновой кислоте колеблется в пределах 70-100 мг (табл. 1) [4]. Она зависит от ряда причин: возраста, пола, выполняемой работы, состояния беременности или кормления грудью, климатических условий, вредных привычек. Болезни, стрессы, лихорадка и подверженность токсическим воздействиям (таким, как сигаретный дым) увеличивают потребность в витамине С. Люди, которые подвергаются кратковременным тяжелым физическим нагрузкам (например спортсмены) регулярный прием витамина С, действительно снижает риск развития простуды и ее длительность. Это действие обусловлено ее антиоксидантными свойствами, которые востребованы в условиях окислительного стресса, сопровождающего экстремальные нагрузки [2].

Таблица 1. Норма потребления витамина С, мг/сутки

Возрастная категория	Количество витамина С, мг
Дети до 7 лет	40-50

Подростки 7-17 лет	60-70
Взрослые	70-100
Беременные и кормящие женщины	90-120

1.3 Факторы, разрушающие аскорбиновую кислоту

При технологических процессах приготовления пищи большая часть витаминов теряется или разрушается. Не является исключением и витамин С. Он легко вымывается из поверхностного слоя овощей и ягод при промывании или длительном хранении в воде.

Под действием высоких и низких температур, УФ-излучения, солей тяжелых металлов и некоторых ферментов аскорбиновая кислота разрушается. Связано это с тем, что молекула аскорбиновой кислоты неустойчива, она **легко окисляется даже кислородом воздуха, превращаясь в другую кислоту, дегидроаскорбиновую, которая не имеет витаминных свойств [1]**.

2. Материалы и методы

Методы исследования: эксперимент, наблюдение, анализ, сравнение.

Наша работа проходила в 3 этапа:

На 1-ом этапе мы определяли в соках каких фруктов аскорбиновой кислоты больше (исследовали соки Rich - апельсин, ананас, грейпфрут, яблоко, мультифрукт). При отборе соков руководствовались несколькими важными правилами. Во-первых, не использовали соки **темно окрашенные (например, из красного винограда, смородиновый, томатный и т.д.), поскольку это, согласно нашей методике, будет мешать определению витамина С.** Во-вторых, брали только те соки, которые не содержат искусственно добавленного витамина С. В-третьих, использовали те соки, в которых одинаковое % содержание непосредственно сока.

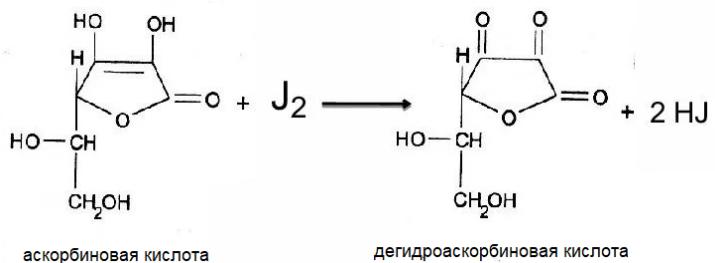
На 2-ом этапе мы изучали количественное содержание витамина С в апельсиновых соках, нектарах, сокосодержащих напитках.

На 3-ем этапе мы изучали изменение содержания витамина С при хранении в комнате и в холодильнике через 1 и через 5 суток - чтобы узнать как время и условия хранения влияют на аскорбиновую кислоту.

Для определения количества витамина С мы применяли титрометрический метод, а именно – йодометрии, основанный на восстановительных свойствах аскорбиновой кислоты [1].

Йод очень легко и быстро окисляет аскорбиновую кислоту (витамин С), согласно схеме реакции (рис 1), молекула аскорбиновой кислоты взаимодействует с молекулой йода в идентичных по молярной концентрации количествах. Зная концентрацию используемого раствора йодной настойки, можно определить концентрацию аскорбиновой кислоты в продуктах. В качестве индикатора используют раствор крахмала.

Рис 1. Уравнение реакции взаимодействия аскорбиновой кислоты с йодом



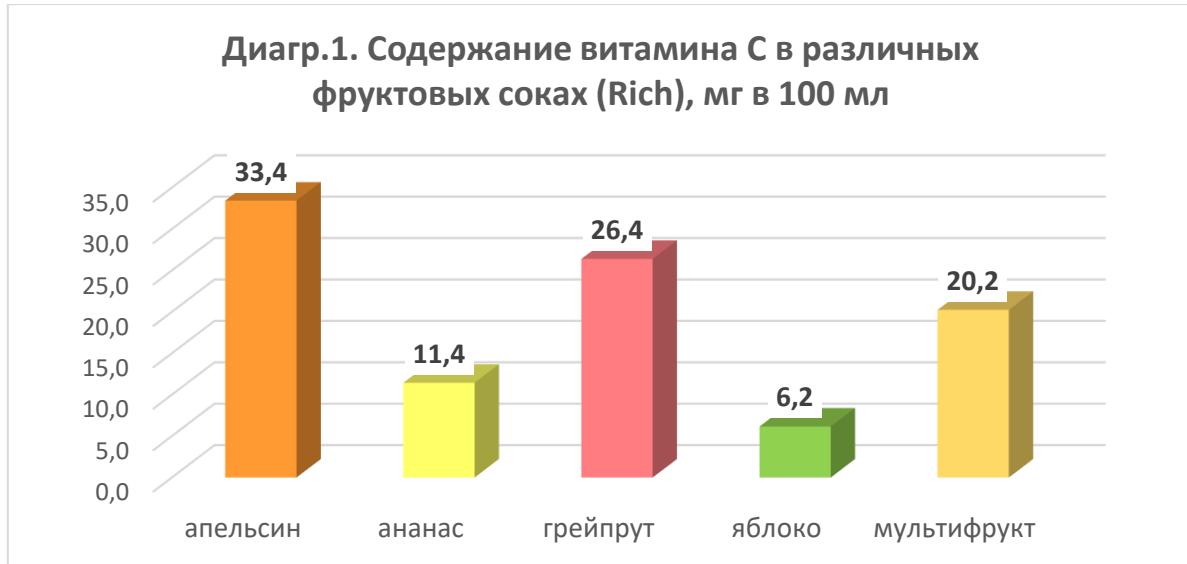
Для определения витамина С в соках и других продуктах использовалась аптечная настойка йода с концентрацией йода 5 %, т.е. 5 г в 100 мл раствора (это соответствует концентрации 0,2 моль/л), количество израсходованного йода высчитывается по числу капель, ушедших на титрование до устойчивого синего окрашивания. Подробнее ход эксперимента описан в Приложении 1.

3. Результаты работы

3.1 Содержание витамина С в различных соках

Первоначально мы решили выяснить, в соках из каких фруктов содержится больше всего витамина С. Мы исследовали 5 соков марки «Rich» - апельсиновый, ананасовый, грейпфрутовый, яблочный и мультифруктовый.

В результате проделанного нами анализа было показано, что наибольшее количество витамина С обнаружено в апельсиновом соке (диаграмма 1).

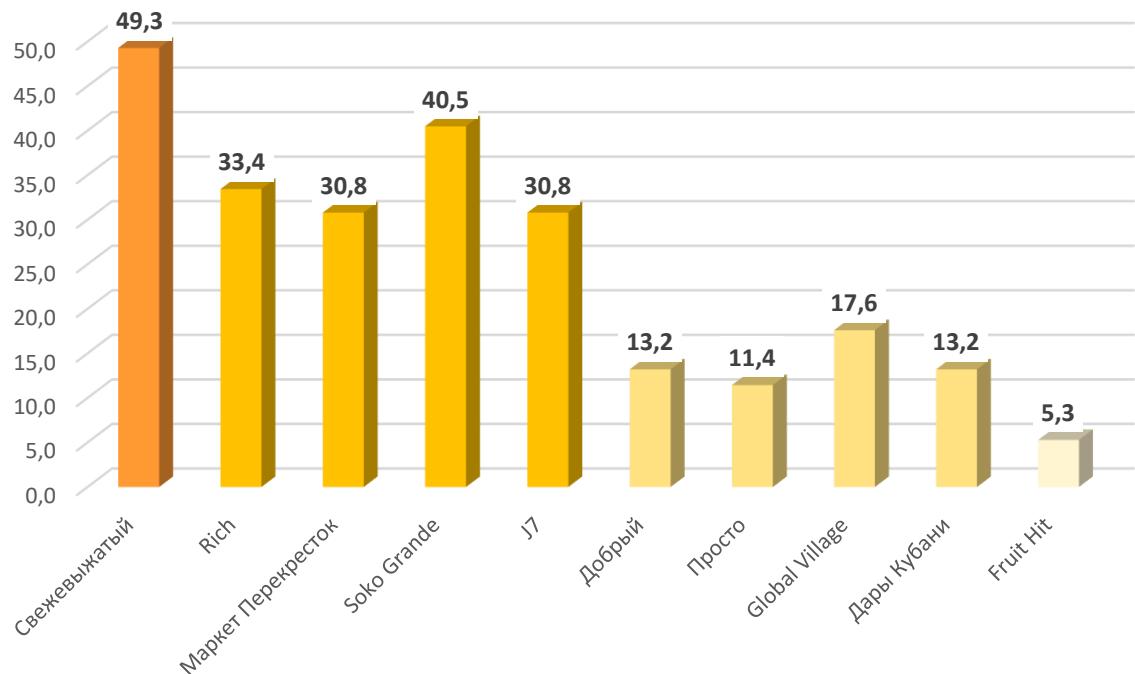


Его содержание составляло 33,4 мг в 100 мл сока. В грейпфрутовом соке его количество было немного меньше – 26,4, в мультифруктовом - 20,2. В ананасовом соке содержание витамина С почти в 3 раза меньше, чем в апельсиновом 11,4, а в яблочном – в 5 раз меньше 6,2. Таким образом, из всех исследованных соков наибольшим количеством аскорбиновой кислоты обладали соки цитрусовых. При этом грейпфрутовый сок данной марки уступает по содержанию в нем витамина С апельсиновому.

3.2 Содержание витамина С в апельсиновом соке разных марок

В дальнейшем, когда выяснилось, что больше всего витамина С содержится в апельсиновом соке, было решено остановиться именно на нем. Нашей целью было сравнить количество аскорбиновой кислоты в сокосодержащих напитках различных марок. Для этого кроме марки «Rich» мы использовали еще соки - «Маркет Перекресток», «Soko Grande», «J7», нектары (50% сока) - «Добрый», «Просто», «Global Village», «Дары Кубани», сокосодержащий напиток «Fruit Hit» (20% сока) и свежевыжатый сок из апельсинов (диаграмма 2, Приложение Табл. 3).

Диагр. 2. Содержание витамина С в апельсиновых соках, нектарах различных марок, мг в 100 мл



Содержание витамина С в группе соков практически не отличалось (в среднем 33,9 мг), за исключением «Soko Grande», в котором содержание витамина С было 40,5 мг.

В группе нектаров содержание витамина С в среднем составляло 40% (от такового в соках) - 13,9 мг, хотя на упаковках было написано, что минимальная объемная доля составляет 50%. Меньше всего аскорбиновой кислоты было замечено в нектаре «Просто» - 11,4, треть от таковой в соках. В сокосодержащем напитке «Fruit Hit» содержалось 5,3 мг витамина С, что является 15% от таковой в соках (а не 20%, как указано на пачке).

Рекордсменом ожидаемо оказался свежевыжатый сок - 49,3 мг витамина С в 100 мл.

3.3 Изменение содержания витамина С в соках при хранении

Следующей нашей задачей было посмотреть, как изменится содержание витамина С в исследуемых соках при хранении. Для этого соки после их первичного анализа разливали в одинаковые сосуды, плотно закрывали

крышками и оставляли в холодильнике и в помещении при комнатных условиях на 1 сутки и на 5 суток.

Таблица 2. Содержание витамина С в различных фруктовых соках после хранения при разных условиях и продолжительности

Напиток	Содержание витамина С, мг	Через сутки, мг в 100 мл		Через 5 суток, мг в 100 мл	
		в холо-дильнике	в комнате	в холо-дильнике	в комнате
Rich апельсин	33,4	28,2	28,2	22	20,2
Rich ананас	11,4	11,4	11,4	6,2	4,4
Rich грейпфрут	26,4	26,2	21,1	21,1	20,2
Rich яблоко	6,2	6,2	6,2	5,3	5,3
Rich мультифрукт	20,2	17,6	16,7	11,4	9,7
Свежевыжатый апельсин	49,3	33,4	31,7	28,2	22,9
Маркет Перекресток	30,8	26,4	26	20,7	18,5
Soko Grande	40,5	34,6	32	29,9	25,5
J7 апельсин	30,8	25,5	24,6	19,4	17,6
Добрый нектар	13,2	13,2	12,3	9,7	7,9
Просто нектар	11,4	11,4	10,6	8,8	6,2
Global Village нектар	17,6	14,1	14,1	11,4	10,6
Дары Кубани нектар	13,2	13,2	12,3	9,7	7,9
Fruit Hit сок.сод.	5,3	5,3	5,3	4,4	4,4

В результате исследований было обнаружено, что при различных условиях хранения соков уровень аскорбиновой кислоты в них несколько снижался (табл. 1). Уменьшение ее количества связано с ее разрушением при взаимодействии с кислородом воздуха, что неизбежно при открытии пакетов с соками, который вначале находится в вакуумной упаковке, что препятствует контакту с воздухом. Мы отметили некую закономерность: через сутки хранения содержание витамина С практически не менялось в группе нектаров и соксод. напитков, а в группе соков, даже через сутки происходило фиксируемое снижение его

количества (от 14 до 20%). Наиболее сильное уменьшение аскорбиновой кислоты было замечено у свежевыжатого сока (26%).

Через 5 суток хранения количество витамина С везде уменьшалось. Особенно резко его уровень падал в ананасовом соке (в холодильнике – в 1,8 раз, а при комнатных условиях – в 2,4 раза). Исключение составили яблочный сок, у которого его количество осталось при всех условиях практически неизменным, а также сокосодержащий напиток «Fruit Hit», у которого содержание витамина С после 5 суток хранения было примерно таким же, как и после суток.

Следует отметить, что при хранении соков в холодильнике уровень аскорбиновой кислоты снижался медленнее, чем в комнатных условиях. Мы предполагаем, что это связано с более медленным ее окислением при низких температурах. Особенно это хорошо видно через 5 суток хранения, когда во всех соках наблюдалось снижение ее содержания.

Таким образом, для сохранения в соках витамина С открытые пакеты лучше держать в холодильнике. Можно, конечно, их хранить и в комнатных условиях, но не продолжительно. С течением времени содержание витамина С в соке уменьшается, поэтому мы не рекомендуем хранить долго (в течение нескольких суток) открытые пакеты. Стоит отметить, что при комнатной температуре через 5 дней в свежевыжатом апельсиновом соке выросла плесень, а в баночке с «Soko Grande» появился запах спирта.

Уровень аскорбиновой кислоты снижался при любом способе хранения, причем, чем больше было аскорбиновой кислоты изначально, тем быстрее она теряется.

Снижение через 1 сутки:

- сильнее всего у свежевыжатого сока на 32% в холодильнике и 34% в комнате
- у пакетированных в среднем на 15% в холодильнике и на 18% в комнате
- у нектаров снижался в среднем только на 5% в холодильнике и 11% в комнате.

Снижение через 5 суток:

- у свежевыжатого на 43% в холодильнике и 54% в комнате
- у пакетированных в среднем на 33% в холодильнике и на 40% в комнате

- у нектаров снижался в среднем на 28% в холодильнике и на 40% в комнате.

При хранении соков в холодильнике уровень аскорбиновой кислоты снижался медленнее, чем в комнатных условиях, но не значительно. Разница составляет 3-5% через сутки, и 8-13% через 5 суток.

Для потребления суточной нормы витамина С достаточно употребления 1 стакана любого апельсинового (грейпфрутового) 100% сока в день, при этом потребляется не более 1/2 суточной нормы сахара. Лучше употреблять соки сразу или в первые несколько дней после открытия упаковки. Пачки обязательно надо держать закрытыми.

После проделанной работы мы можем дать следующие рекомендации:

1) потреблять лучше 100% соки цитрусовых независимо от марки, т.к. 1 стакана в день хватает с избытком для удовлетворения норм витамина С (таблица 4).

2) Условия хранения сока отражаются на содержании витамина С, но не сильно. Причем, чем больше было аскорбиновой кислоты изначально, тем быстрее она теряется. Пачки обязательно надо держать закрытыми.

3) С течением времени содержание витамина С в соке уменьшается, поэтому мы не рекомендуем хранить долго (в течение нескольких суток) открытые пакеты.

4. Выводы

В результате проделанной нами работы можно сделать следующие **выводы:**

1. Исследуемые нами соки по содержанию в них витамина С можно расположить в следующем порядке: апельсиновый, грейпфрутовый, мультифруктовый, ананасовый, яблочный. Причем в соках цитрусовых его количество в 3-5 раз выше, чем в ананасовом и яблочном соках.

2. Из анализируемых нами апельсиновых соков различных марок больше всего витамина С оказалось в свежевыжатом соке и в соке «Soko Grande».

3. При длительном хранении (более суток) содержание витамина С в соках уменьшается (что связано с окислением аскорбиновой кислоты кислородом воздуха), но незначительно.

4. При хранении соков при низкой температуре аскорбиновая кислота, в целом, разрушалась медленнее, чем при комнатной температуре.

5. Список литературы:

1. Волков В. Н., Давтян М. Л. Фруктовые соки: определение химического состава и качества // Химия в школе. 2013. № 3. С.45–51.

2. Иванов В. П., Васильева О. В., Иванова В. Н. Общая и медицинская экология: учебник. Ростов-на-Дону: Феникс, 2010. 508 с.

3. Костенков Е.А. Витамин «С» в продуктах растительного происхождения// Colloquium-journal. 2018. №7(18) часть 2. С.11-14.

4. Романовский, Е.В. Витамины и витаминотерапия / Е.В. Романовский., Е.А. Синькова. Сер. Медицина для Вас. — Ростов-н/Д.: Феникс, 2000. — 320 с.

6. Приложение

Приложение 1. Описание йодометрии.

Оборудование и реактивы: мерный цилиндр, колбы на 500 мл, пипетки, химические стаканы, колба коническая на 150 мл, спиртовой раствор йода (5 %), крахмальный клейстер, дистиллированная вода, соки.

Ход эксперимента:

Приготовление реагентов:

1. Поскольку содержание аскорбиновой кислоты в некоторых соках может быть невелико, йодная настойка разбавлялась в 40 раз. 5 мл 5% аптечной йодной настойки растворяют в 195 мл воды. Массовая доля йода в растворе стала 0,125%, а концентрация 0,005 моль/л. Необходимо определить объем капли йодного раствора (у нас получилось 20 капель в 1 мл).

2. Растворяем 2 г крахмала на 0,5 л воды и доводим до кипения (приготовление индикатора).

Ход работы

1. Наливаем в колбу 5 мл сока и добавляем 2 мл раствора крахмала.

2. Титруем раствором йода до появления синего окрашивания, не исчезающего в течение минуты.

3. Считаем количество капель йодного раствора, затраченного на титрование сока (проводим 3 раза), находим среднее арифметическое для капель затраченного йодного раствора.

4. Зная, что в 1 мл раствора ~ 20 капель, то через пропорцию

$$\frac{\text{в 1 мл} \rightarrow 20 \text{ капель йодного р-ра}}{\text{в } x \text{ мл} \rightarrow y \text{ капель йодного р-ра}}, \text{ где}$$

x - V искомого йодного раствора,

y - количество капель йодного раствора, затраченных на титрование сока, находим объём затраченного йодного раствора (y).

5. Исходя из уравнения реакции (рис. 1) на окисление 1 части аскорбиновой кислоты уходит 1 часть йодного раствора, значит:

$$C_m_{\text{концентр. аск. к-ты в соке}} \times V_{\text{объём сока}} = C_m_{\text{концентр. йодного раствора}} \times V_{\text{объём йодного раствора}}$$

Рассчитываем концентрацию аскорбиновой кислоты C_m ($C_6H_8O_6$) по формуле:

$$C_m (C_6H_8O_6) = \frac{C_m \text{ йодного раствора} \times V_{\text{йодного раствора}}}{V_{\text{объём сока}}}, \text{ где}$$

C йодного раствора - молярная концентрация йодного раствора (0,005 моль/л)

V йодного раствора - объём йодного раствора, потраченного на титрование (мл)

V сока - объём исследуемой порции сока (5 мл)

5. Зная молярную концентрацию $C_6H_8O_6$, мы рассчитываем её массу в 100 мл сока по формуле:

$$m (C_6H_8O_6) = C_m \times M_{\text{в-ва}} \times V_{\text{р-ра}}, \text{ где}$$

$m (C_6H_8O_6)$ - масса аскорбиновой кислоты (в г),

См - молярная концентрация (моль/л)

М - молекулярная масса аск. к-ты (~176 г/моль)

V - объём раствора (100 мл)

Пример расчета количества вит C для апельсинового сока Rich

На первое титрования затрачено 35 капель йодного раствора, на второе - 34, на третье - 37. В среднем йодного раствора затрачено $\frac{35+34+37}{3} = 35$ капель.

В 1 мл йодного раствора содержится 20 капель. Объем затраченного йода:

$\frac{\text{в 1 мл} \rightarrow 20 \text{ капель йодного р-ра}}{\text{в } x \text{ мл} \rightarrow 35 \text{ капель йодного р-ра}}$, по пропорции $x = 1,75$ мл.

Молярная концентрация аскорбиновой кислоты: С ($C_6H_8O_6$) = $\frac{0,005 \times 1,75}{5} = 0,00175$ моль/л.

Масса вит. С в 100 мл сока: $m (C_6H_8O_6) = 176 \text{ г/моль} \times 100 \text{ мл} \times 0,00175 \text{ моль/л} = 30,8 \text{ мг.}$

Итоги для расчета других видов сока представлены в таблице 3.

Таблица 3. Содержание витамина С в сокосодержащих напитках

марка	напиток	сколько капель ушло на титрование	концентрация аск. к-ты моль/литр	содержание вит С, мг в 100 мл
Rich апельсин	сок 100%	38	0,001900	33,4
Rich ананас	сок 100%	13	0,000650	11,4
Rich грейпфрут	сок 100%	30	0,001500	26,4
Rich яблоко	сок 100%	7	0,000350	6,2
Rich мультифрукт	сок 100%	23	0,001150	20,2
Свежевыжатый апельсиновый сок	сок 100%	50	0,002500	44,0
Маркет Перекресток апельсин	сок 100%	35	0,001750	30,8
Soko Grande апельсин	сок 100%	46	0,002300	40,5
J7 апельсин	сок 100%	35	0,001750	30,8
Добрый нектар апельсин	нектар 50% сока	15	0,000750	13,2
Просто нектар апельсин	нектар 50% сока	13	0,000650	11,4
Global Village	нектар 50% сока	20	0,001000	17,6
Дары Кубани	нектар 50% сока	15	0,000750	13,2
Fruit Hit	сок.сод. 20% сока	6	0,000300	5,3

Таблица 4. Объем сока, требуемый для потребления суточной нормы витамина С, мл

марка сока	кол-во аск.к-ты, мг в 100 мл	V сока, требуемый для потребления суточной нормы вит. С, мл	количество г сахара в порции (при норме 40г в день)
Rich апельсин	33,4	209	18,8
Rich ананас	11,4	612	79,5
Rich грейпфрут	26,4	265	21,2
Rich яблоко	6,2	1136	119,3
Rich мультифрукт	20,2	346	35,3
Свежевыжатый	44,0	159	15,9
Маркет Перекресток	30,8	227	22,7
Soko Grande	40,5	173	19,4
J7 апельсин	30,8	227	20,5
Добрый нектар	13,2	530	55,7
Просто нектар	11,4	612	73,4
Global Village нектар	17,6	398	43,8
Дары Кубани нектар	13,2	530	63,6
Fruit Hit сок.сод.	5,3	1326	148,5