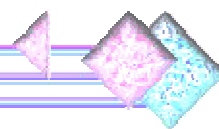


П. В. СТАРШИКОВА, О. М. ЗАСИМОВИЧ

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИТАМИНА С В ЯБЛОЧНЫХ СОКАХ

Введение. Здоровье населения в настоящее время объявлено приоритетным национальным проектом. Профилактика предупреждения заболеваний человека – одно из направлений этого проекта, основой которого является здоровое и полноценное питание с учетом витаминной ценности продуктов. Хронический дефицит витамина С – аскорбиновой кислоты, и других необходимых биологически активных веществ, по утверждению медиков, становится первопричиной потери иммунитета, преждевременного старения и появления целого «букета» болезней. Важным моментом их профилактики является употребление экологически чистой и полезной растительной продукции.

Аскорбиновая кислота широко распространена в природе. Она содержится почти во всех овощах, фруктах и ягодах. Аскорбиновая кислота легко восстанавливается окислителями: бром, йод, 2,6-дихлорфенолиндофенол, в пищевых продуктах она играет роль *антиоксиданта*. Большинство аминокислот, белков задерживают окисление путем образования комплексов с аскорбиновой кислотой, известных под названием *аскорбиноген*. При варке пищи теряется до 50% аскорбиновой кислоты, еще большее количество витамина С теряется при хранении готовой продукции. Разрушение ее происходит в результате окисления, особенно сильно в присутствии аскорбиноксидазы и полифенолоксидазы. Повышение температуры активизирует разрушительное действие окислительных ферментов, разрушению витамина С способствует чистка овощей, закладка их в холодную воду, где присутствует в достаточном количестве растворенный кислород. При сушке и консервировании плодов аскорбиновая кислота также легко разрушается [1], [2]. Сохранению витамина С способствует кислая среда (рН – 4–6) и отсутствие в среде растворенного кислорода.



Кипящая вода практически не содержит кислорода, а ее высокая температура ведет к быстрой инактивации окислительных ферментов. Это свойство учитывается в консервной промышленности: овощи и плоды бланшируют горячей водой или острым паром, тем самым инактивируют окислительное действие ферментов и предотвращают потери витамина С. Хороший метод сохранения витамина С – замораживание плодов и овощей и варка фруктов с сахаром.

Наиболее доступным и распространенным источником витаминов являются фруктовые соки. В Республике Беларусь практически основным поставщиком витамина С являются яблоки и яблочные соки.

В повседневной практике оценка плодов осуществляется примитивно по принятому стереотипу: внешний вид, вкус, размер, урожайность. Однако в лучших сортах яблок, которые можно было бы выращивать повсеместно, выявлено двадцать пять природных лекарств, в том числе десять важнейших витаминов, шесть микроэлементов, три антибиотика, несколько радиопротекторных соединений. Яблоки, выращиваемые в средней полосе, в том числе и отечественные белорусские сорта, содержат капилляроукрепляющих витаминов многократно больше – как минимум в 3–4 раза. Зачастую эти яблоки не такие нарядные и более мелкие по сравнению с южными сортами яблок, румяными и крупными, в мелкоплодных уральских и сибирских биологически активных веществ содержится в 10–15 раз больше. И. В. Вигоров был первым ученым, обратившим внимание на этот факт, изучившим закономерности накопления БАВ в плодах, а также влияние различных факторов на количественное их содержание, создавшим научное направление в плодоводстве под названием «лечебно-профилактическое садоводство» и вырастившим на Урале сад лечебных культур. Основное внимание И. В. Вигоров уделял сортам яблок. Выведением новых сортов плодовых культур с повышенным содержанием витаминов занимались С. И. Исаев, Х. Х. Еникеев, В. Р. Ефимов, П. Н. Яковлев, Л. П. Симеренко и другие. Вторым Мичуриным называли И. П. Сикору, который создал в Шарковщинском районе Витебской области коллекционный участок из 600 сортов яблони, груши,

косточковых пород. Им собрана редкая коллекция ягодных культур [3], [4]. На рисунке 1 представлены районы перспективной концентрации лечебно-профилактического садоводства.

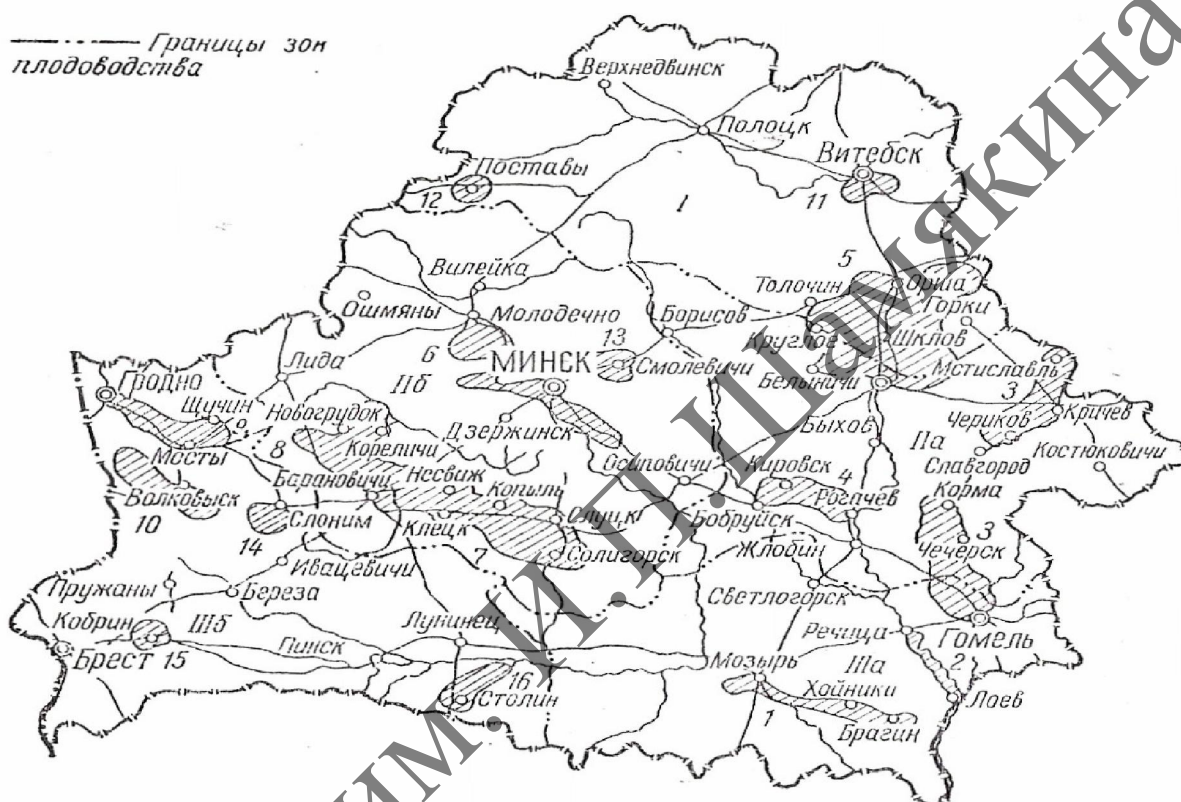
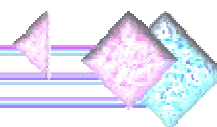


Рисунок 1 – Карта районов перспективной концентрации лечебно-профилактического садоводства в Республике Беларусь

Целью данной работы является сравнительное количественное определение содержания витамина С в яблочных соках розничной продажи, изготовленных в производственных условиях; в свежеежатых соках из яблок отечественных сортов; определение нормативов потребления исследуемых яблочных натуральных соков в соответствии с суточной потребностью организма в витамине С.

Актуальность проекта заключается в определении витаминной ценности соков промышленного производства и соков из яблок белорусских сортов; обоснование необходимости включения показателей



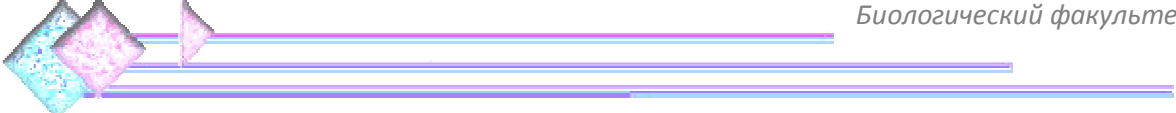
содержания биологически активных веществ, в частности витамина С, в нормативные документы качества фруктовых соков.

Новизна исследований заключается в накоплении данных для рационального и полноценного питания, здорового образа жизни путём использования растительных продуктов с особо ценными для здоровья веществами – биологически активными соединениями для расширения адаптивных возможностей организма, в предупреждении некоторых заболеваний, а также в развитии лечебно-профилактического садоводства. Данная разработка предлагает простой метод определения витамина С в яблочных соках для расчёта необходимого количества сока, содержащего суточный норматив витамина С.

Методика исследования. Следует отметить, что СТБ 1823-2008 «Консервы. Соки фруктовые прямого отжима. Общие технические условия» не нормирует определение массовой доли витамина С, однако требует указывать природное содержание витамина С на этикетке в составе пищевой ценности 100 г продукта, при этом отмечая, что значение этого показателя может «колебаться в зависимости от природных условий и сортовых особенностей в пределах, обычных для продукции из натурального сырья». Добавка аскорбиновой кислоты предусмотрена указанным нормативным документом в качестве антиокислителя в соки с мякотью в количестве не более 400 мг/кг [5].

Анализ яблочных соков на содержание витамина С осуществляли в химической лаборатории биологического факультета Мозырского государственного педагогического университета имени И. П. Шамякина методами йодометрического титрования и фотоколориметрии на КФК-2 по ГОСТ 24556–89 [6]. В данных исследованиях количество витамина С в яблочных соках определяли экспресс-методом йодометрического титрования. Расчет содержания аскорбиновой кислоты производили из потребления соков 50 мл (дети) и 250 мл (взрослые), исходя из ежесуточной потребности организма в витамине С (50–70 мг).

Для проведения анализов использовали натуральные яблочные соки разных изготовителей в упаковке. Из каждой упаковки отмеряли 50 мл исследуемого сока и переливали его в коническую колбу



объёмом 250 мл. В колбу добавляли 2–3 капли свежеприготовленного крахмального клейстера. Исследуемую пробу титровали йодным раствором. Появление синего окрашивания раствора свидетельствовало об окончании процесса титрования. Расход титранта определяли по шкале бюретки. Точность концентрации вновь приготовленного раствора йода проверяли титрованием аптечного образца чистой аскорбиновой кислоты (без всяких добавок).

Расчёты суточного потребления витамина С в исследуемом соке осуществляли по следующей формуле:

$$X_1 = V_0 * 0,88,$$

где 0,88 – количество аскорбиновой кислоты, соответствующее 1 моль титранта (йодного раствора), мг;

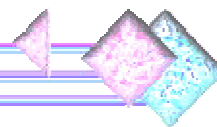
V_0 – объем титранта, пошедшего на титрование 50 мл исследуемого образца;

X_1 – содержание аскорбиновой кислоты в исследуемом образце.

Например, на титрование 50 мл исследуемого образца пошло 6,0 мл раствора йода, тогда количество аскорбиновой кислоты в 50 мл сока составит $6 * 0,88 = 5,28$ мг, содержание витамина С в 250 мл яблочного сока: $5,28 * 5 = 26,4$ мг.

Содержание витамина С в яблочных соках параллельно определяли методом фотометрического титрования по ГОСТ 24556–89.

Данный метод основан на экстрагировании витамина С метафосфорной кислотой, восстановлении 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия аскорбиновой кислотой с последующей экстракцией органическим растворителем (гидрохиноном) избытка 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия и фотометрировании органического экстракта при длине волны 500 нм. В качестве экстрагирующего раствора использовали раствор метафосфорной кислоты с массовой долей 3%. Полунасыщенный раствор гидрохинона в ацетоне, который использовали в качестве растворителя, предварительно проверяли на чистоту (отсутствие окисляющих веществ) реакцией с дихлорфенолиндофенолятом и раствором аскорбиновой



кислоты. Отсутствие окраски в слое органического растворителя свидетельствует об отсутствии в растворителе посторонних органических соединений.

Экстракт центрифугировали, органический слой переносили в кювету с расстоянием между рабочими гранями 10 мм и измеряли его оптическую плотность при длине волны 500 нм. В качестве контрольного раствора сравнения использовали чистый растворитель.

Массовую долю аскорбиновой кислоты (X_1) вычисляли по формуле:

$$(V_1 - V_2 - V_3) * V_4 * 100 / V_5 * m = X_1,$$

где V_1 – объем раствора 2,6-дихлорфенолиндифенолята натрия, израсходованный на проведение испытания, см³;

V_2 – объем избытка раствора 2,6-дихлорфенолиндифенолята натрия, см³;

V_3 – объем раствора 2,6-дихлорфенолиндифенолята натрия, израсходованный на контрольное испытание, см³;

T – титр раствора 2,6-дихлорфенолиндифенолята натрия, г/см³;

V_4 – объем экстракта, полученный при экстрагировании витамина С из навески продукта, см³;

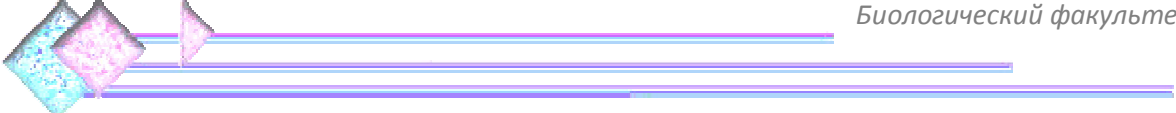
V_5 – объем экстракта, используемый для испытания, см³;

m – масса навески продукта, г.

Отбор и химический анализ образцов. Наиболее ответственной частью в проведении исследований является отбор проб.

При отборе образцов натуральных яблочных соков, упакованных в пакеты объёмом 200 мл, разных предприятий-изготовителей ориентировались на потребительский спрос. Для исследований были выбраны яблочные соки предприятий Республики Беларусь, Украины, России.

Для получения свежих соков использовали яблоки сортов *антоновка*, *анисовка*, *пенка*, *малиновка*, широко распространённых в Республике Беларусь. Свежеприготовленные соки получали путём ручного отжима и немедленно подвергали анализу. Таким же образом анализировали свежие соки из яблок сорта *малиновка*, хранившихся в течение трёх месяцев.



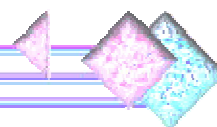
Математическую статистику при аналитических исследованиях используют редко, так как анализы выполняют в двух параллельных опытах, данные которых не должны иметь отклонение более чем нормативное, предписанное методикой [7]. Поэтому сравнение средних арифметических величин йодометрического метода проводили с данными, полученными по методу фотометрии по ГОСТ 24556–89. Результаты измерений двух указанных методов отличались в пределах ошибки анализа, указанной в фотометрическом методе по ГОСТ 24556–89. Поэтому в дальнейшем содержание витамина С в соках определяли методом йодометрии.

Результаты исследования и их обсуждение. В зависимости от сорта и его происхождения наличие витамина С в яблочных соках колеблется от 2 до 40 мг%. То есть разница – двадцатикратная, более чем существенная! Причём в южных сортах – западноевропейских (итальянских, испанских, греческих) и южноамериканских (аргентинских, чилийских), да и в отечественных яблоках, что круглогодично продаются в магазинах, витамина С всего 2–5 мг%. Такие яблоки являются «пустышками», поскольку для восполнения дефицита в витамине С их надо ежедневно съесть чуть ли не по мешку. Следовательно, и количество употребляемых соков, полученных из таких яблок, значительно больше одного стакана в сутки. Соки выпускают и с добавлением витаминов, в том числе и витамина С, такие соки классифицируются как витаминизированные.

Поскольку при аналитическом определении всякая ошибка (как положительная, так и отрицательная) характеризует отклонение от среднего арифметического, то при вычислении воспроизводимости знаки отклонений отбрасывали. Среднее отклонение d_{cp} находили как сумму отклонений без знаков, деленную на число наблюдений n :

$$d_{cp} = \sum (x_i - x) / n,$$

где x_i – результаты отдельных опытов, а x – среднее арифметическое десяти определений. Этого уравнения достаточно для характеристики



воспроизводимости результатов анализа [7]. В таблице 1 представлены данные содержания витамина С в яблочных соках промышленного производства с показателями отклонений от среднего арифметического.

Таблица 1 – Содержание витамина С в яблочных соках промышленного изготовления и показатели отклонений

Название сока, страна-производитель	Содержание витамина С (мг/объём сока в мл)	
	50	250
Витаминизированные соки		
«Моя Семья», Россия	15,84 (0,03)	79,2
«Агуша», Россия	22,88 (0,03)	114,4
«Сандора», Украина	17,6 (0,06)	88
«Сочный», Беларусь	14,08 (0,06)	70,4
«Умница», Россия	20 (0,05)	100
«Винни», Россия	46 (0,03)	230
Невитаминизированные соки		
«Садочек», Украина	7,04 (0,04)	35,2
«Привет», Россия	7,92 (0,01)	39,6
«Смак», Украина	10,56 (0,01)	52,8
«АВС», Беларусь	12,32 (0,04)	61,6
«Фруто Няня», Россия	5 (0,01)	25
«Добрый», Россия	8,8 (0,02)	44

Как видно из данных, представленных в таблице 1, наибольшее количество витамина С отмечено в соках «АВС» (61,6 мг / 250 мл) и «Смак» (52,8 мг / 250 мл). Ежедневному нормативу потребления витамина С в 250 мл сока розничной продажи соответствуют только все исследованные витаминизированные соки. Результаты исследований содержания витамина С в свежеежатых соках из яблок белорусских сортов – *антоновка*, *анисовка*, *пенка* – представлены в таблице 2.

Таблица 2 – содержание витамина С в свежих соках из яблок отечественных сортов

Сорт яблок	Содержание витамина С (мг/объём сока в мл)	
	50	250
Антоновка	15,84	79,2
Анисовка	17,6	88
Пенка	13,2	66

Таким образом, наибольшее содержание витамина С отмечено в свежем соке яблок сорта *анисовка* (88 мг / 250 мл).

Результаты опыта по влиянию условий хранения яблок на содержание витамина С представлены в таблице 3.

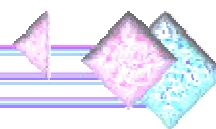
Таблица 3 – Содержание витамина С в свежотжатых соках после хранения яблок

Условия хранения	Содержание витамина С (мг/объём сока в мл)	
	50	250
В начале опыта	13,2	66
Холодильник	7,04	35,2
Балкон	5,28	26,4

В опыте по хранению яблок в условиях домашнего холодильника при температуре +4° С потери витамина С составили 46,7%; в опыте по хранению яблок в обычных условиях (комнате, на балконе) – 60%.

Ежесуточному нормативу потребления витамина С соответствует только употребление сока, полученного из яблок перед закладкой на хранение.

Экспресс-метод окислительно-восстановительного йодометрического титрования витамина С благодаря его простоте, отсутствию применения дорогостоящих реактивов и приборов позволил использовать его и в условиях школы. Студенты университета и школьники создали творческий эколого-биологический коллектив учащихся и студентов (ТЭБКУС) на базе СОШ № 12 города Мозыря и провели вместе с учащимися 9–10-х классов исследования по содержанию витамина С в различных соках. При этом ученики выполнили индивидуальные задания, подготовили рефераты по данной теме. Участники творческого коллектива выступили



с сообщениями об итогах своей работы и получили призовые места на районной научной конференции школьников «Шаг в будущее».

Заключение. Таким образом, в результате исследований получены следующие данные:

1. В натуральных яблочных соках промышленного изготовления наибольшее содержание витамина С отмечено в соке «АВС» (61,6 мг / 250 мл сока) производства ОДО «Фирма АВС», Республика Беларусь.

2. В натуральных свежих яблочных соках содержание витамина С в соке из яблок сорта анисовка составило (88 мг / 250 мл сока), что соответствует суточной норме потребления витамина С.

3. Все свежие соки из яблок белорусских сортов соответствуют норме суточного потребления витамина С в 250 мл.

4. В натуральных яблочных соках из яблок сорта *малиновка*, хранившихся в течение трёх месяцев в различных температурных условиях, ежесуточному нормативу потребления витамина С соответствует сок из яблок перед закладкой их на хранение.

5. Потери витамина С в яблоках при температуре хранения +4° С составляют 46,7%, в обычных условиях хранения – 60%, что требует увеличения потребления сока из яблок при их хранении.

6. Направлением повышения биологической ценности яблочных соков является внедрение сортов яблок с повышенным содержанием биологически активных соединений, т. е. развитие лечебно-профилактического садоводства.

Литература

1. Дэвис, М. Витамин С. Химия и биология / М. Дэвис. – М. : Мир, 1999. – 125 с.
2. Рогов, И. А. Химия пищи / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко. – М. : Колосс, 2007. – 853 с.
3. Вигоров, Л. И. Сад лечебных культур / Л. И. Вигоров. – Свердловск : Средне-Уральское книжное издательство, 1976. – 180 с.
4. Дадыкин, В. Молодильные яблоки профессора Вигорова / В. Дадыкин // Наука и жизнь. – 2008. – № 4. – С. 151–156.
5. СТБ 1823–2008. Консервы. Соки фруктовые прямого отжима. Общие технические условия. – Минск : Госстандарт, 2008. – 17 с.
6. ГОСТ 24556–89 (СТ. СЭВ 6245–88). Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. Государственный стандарт Союза ССР. – М. : Изд-во стандартов. – 24 с.
7. Цитович, И. К. Курс аналитической химии : учебник / И. К. Цитович. – 8-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2004. – 496 с.