

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОЛИЧЕСТВА ВИТАМИНА С В СВЕЖИХ, ЗАМОРОЖЕННЫХ И СУШЕНЫХ ФРУКТАХ

Т.А. Тынкович, 2 курс

Научный руководитель – А.Г. Сыса, к.х.н., доцент

Полесский государственный университет

Витамин С (аскорбиновая кислота) – незаменимый нутриент, участвующий в регуляции окислительно-восстановительных процессов, синтезе коллагена и поддержании иммунного ответа [1, с. 81]. Несмотря на широкую доступность фруктов как основного источника витамина С, его содержание резко снижается при промышленной и домашней обработке. Современные методы консервации, такие как заморозка и сушка, направлены на сохранение питательных свойств, однако их эффективность требует уточнения.

Актуальность исследования обусловлена растущим спросом на замороженные и сушеные фрукты в условиях урбанизации и необходимости оптимизации пищевых технологий. Ранее проведенные работы [2, с. 290; 3, с. 333] фокусировались на изучении отдельных видов фруктов или методов обработки, но не давали комплексного сравнения для разнотипных плодов. Например, отсутствуют данные о влиянии сушки на витамин С в киви и бананах, а также о корреляции между кислотностью фруктов и стабильностью аскорбиновой кислоты.

Цель работы – провести количественную оценку потерь витамина С при заморозке и сушке пяти видов фруктов (киви, лимон, яблоко, груша, банан) с использованием стандартизированных методов, а также разработать рекомендации для минимизации деградации нутриентов.

Исследованы фрукты, находящиеся на реализации в распространенных торговых сетях г. Пинска: киви (*Actinidia deliciosa*), сорт «Хейворд»; лимон (*Citrus limon*), сорт «Лиссабон»; яблоко (*Malus domestica*), сорт «Антоновка»; груша (*Pyrus communis*), сорт «Конференция», банан (*Musa acuminata*), сорт «Кавендиш».

Свежие фрукты: отобраны зрелые плоды без механических повреждений. Очищены от кожуры (кроме лимона), нарезаны ломтиками (5×5 мм).

Замороженные образцы: ломтики упакованы в вакуумные пакеты и заморожены в шоковом режиме (-35 °С, 2 ч) с последующим хранением при -18 °С ± 1 °С в течение 30 суток.

Сушеные образцы: ломтики высушены в сушильной камере (Т = 60 °С ± 2 °С, влажность 15%, время — 12 ч) до остаточной влажности 10%.

Содержание аскорбиновой кислоты определяли методом йодометрического титрования (ГОСТ 24556-89) [2, с. 292], для чего 10 г образца измельчали в фарфоровой ступке с 20 мл 2% HCl для ингибирования окисления. Суспензию центрифугировали (3000 об/мин, 10 мин), фильтровали через бумажный фильтр (Whatman №1). Далее к 25 мл экстракта добавляли 1 мл 1% крахмала. Титровали 0,125% раствором йода до устойчивого синего окрашивания.

Расчет концентрации производили по формуле:

$$C = \frac{V_{\text{йод}} \cdot C_{\text{йод}} \cdot 176.12}{m_{\text{образца}}} \text{ (мг/100 г)},$$

где, $V_{\text{йод}}$ — объём раствора йода, израсходованный на титрование (мл);

$C_{\text{йод}}$ — молярная концентрация раствора йода (моль/л);

176.12г/моль — молярная масса аскорбиновой кислоты;

$m_{\text{образца}}$ — масса анализируемого образца (г).

Для каждого вида фруктов проведено 3 независимых измерения. Погрешность определена как стандартное отклонение (SD). Данные обработаны в программе Excel (t-критерий Стьюдента, $p < 0.05$).

Результаты исследования отражены в таблице.

Таблица – Содержание витамина С (мг/100 г) и процент потерь при обработке

Фрукт	Свежие	Замороженные (-18 °C)	Потери (%)	Сушеные (60 °C)	Потери (%)
Киви	89.3 ±1.2	78.11 ±0.9	12.4	37.51 ±1.5	57.9
Лимон	51.86 ±0.8	46.23 ±0.7	10.9	24.89 ±0.9	52.0
Яблоко	4.06 ±0.3	3.01 ±0.2	25.9	1.98 ±0.1	51.2
Груша	3.75 ±0.2	2.82 ±0.2	24.8	1.61 ±0.1	57.1
Банан	7.32 ±0.4	6.43 ±0.3	12.2	3.44 ±0.2	53.0

Замороженные фрукты сохранили 74–89% исходного витамина С. Наименьшие потери отмечены у киви (-12.4%) и лимона (-10.9%), что коррелирует с их высокой кислотностью (рН 3.1–3.5). Аскорбиновая кислота в кислой среде менее подвержена окислению, что подтверждается исследованиями [3, с. 333]. Для яблок и груш, имеющих более высокий рН (4.0–4.5), потери витамина С составили 25–26%, что согласуется с данными Румянцевой и Кравченко [1, с. 82] о снижении стабильности витамина в нейтральной среде.

Сушка при 60 °C привела к потере 52–58% аскорбиновой кислоты. Максимальная деградация зафиксирована у киви (-57.9%) и груш (-57.1%). Это объясняется двумя факторами:

1. Термическое разложение — при температурах выше 50 °C происходит необратимое окисление аскорбиновой кислоты до дегидроаскорбата.
2. Ферментативная активность — полифенолоксидазы в яблоках и грушах ускоряют окисление витамина С при нарушении клеточной структуры.

Интересно, что бананы, несмотря на низкое исходное содержание витамина С, продемонстрировали сравнительно меньшие потери (-53%), что может быть связано с высоким содержанием природных антиоксидантов (дофамина, каротиноидов), ингибирующих окисление.

Полученные результаты дополняют существующие исследования:

- Для замороженных фруктов наши данные совпадают с выводами Коденцовой [1, с. 85] о сохранении 70–90% витамина С.
- Для сухофруктов выявленные потери (52–58%) превышают значения, указанные Терюшевой и др. [3, с. 334] (40–50%), что может быть связано с различиями в режимах сушки (в работе использовалась естественная сушка, а не искусственная).

Установленные закономерности деградации аскорбиновой кислоты позволяют сформулировать рекомендации, направленные на оптимизацию пищевых технологий и рациона питания. Ключевые выводы исследования имеют непосредственное прикладное значение:

- Замороженные киви и цитрусовые (лимоны, апельсины) — оптимальный источник витамина С в межсезонье, так как сохраняют до 89% исходного содержания нутриента.
- Сушеные фрукты следует рассматривать как дополнительный, но не основной источник аскорбиновой кислоты из-за потерь 50–60%.

Список использованных источников

1. Коденцова В.М. Витамины / В.М. Коденцова. – М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2015. – 408 с.: ил. + вкл. 12 с.
2. Пищевая химия / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, В. В. Колпакова [и др.]; под ред. А. П. Нечаева. 7-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2024. 688 с.
3. Терюшева С.А., Ляшко А.А., Новикова Т.Б. Содержание витамина «С» в фруктах и сухофруктах / С.А. Терюшева, А.А. Ляшко, Т.Б. Новикова // Труды VIII Международной научной конференции, посвященной 80-летию образования университета. В 3-х частях. Том Часть 1. 2010. /

Калининградский государственный технический университет. – Калининград, 2010. – С. 332–334.