

## КИНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПИСАНИЮ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ВИТАМИНА С В ПЛОДОВООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

Чернышева А.Р., Филиппова В.А.

Гомельский государственный медицинский университет,  
кафедра общей и биорганической химии,  
г. Гомель

**Ключевые слова:** витамин С, окислительное разложение.

**Резюме.** В статье дано кинетическое описание процесса окислительного разложения витамина С в течении осенне-зимнего периода в плодоовощной продукции, поступающей на прилавки Республики Беларусь. Изучено влияние повышенной температуры на окислительное разложение аскорбиновой кислоты.

**Resume.** The article deals with the kinetic approach to the oxidative degradation of vitamin C in fruits and vegetables that come onto the shelves of Belarus Republic during autumn-winter period. The effect of temperature on the oxidative degradation of ascorbic acid was also on study.

**Актуальность.** Проблема полноценного и правильного питания человека является одной из важнейших проблем для санитарно-эпидемиологических служб, а также в медико-профилактической работе врача. Различные экологические проблемы, стрессовый ритм человеческой жизни являются одними из определяющих факторов для решения этой проблемы. И только правильно подобранный баланс питательных веществ может решить эту проблему, поскольку человеческий организм нуждается в большом наборе минералов и витаминов.

Витамин С (аскорбиновая кислота) — один из важнейших компонентов питания человека. Ни для кого не секрет, что одной из основных функций этого витамина является стимуляция естественной защиты организма от простудных заболеваний. Кроме того, витамин С является природным антисептиком, обладающим бактерицидным действием. Он крайне важен при любых интоксикациях, проявляет антистрессовый эффект и регулирует сердечный тонус. Дефицит витамина С в организме современного человека, не защищенного от стрессовых ситуаций ни на работе, ни в быту, крайне негативно сказывается на состоянии здоровья и существенно снижает качество жизни. Особую актуальность приобретает необходимость потребления витамина С на фоне увеличения доли химических добавок в продуктах питания. Считается, что человеку в сутки необходимо от 60 до 90 мг витамина С. [2, 3]

**Цель:** данного исследования: изучение кинетических закономерностей окислительного разложения витамина С в течение осенне-зимнего периода, а также изучение воздействия повышенных температур на содержание аскорбиновой кислоты в плодоовощной продукции, поступающей на торговые прилавки РБ.

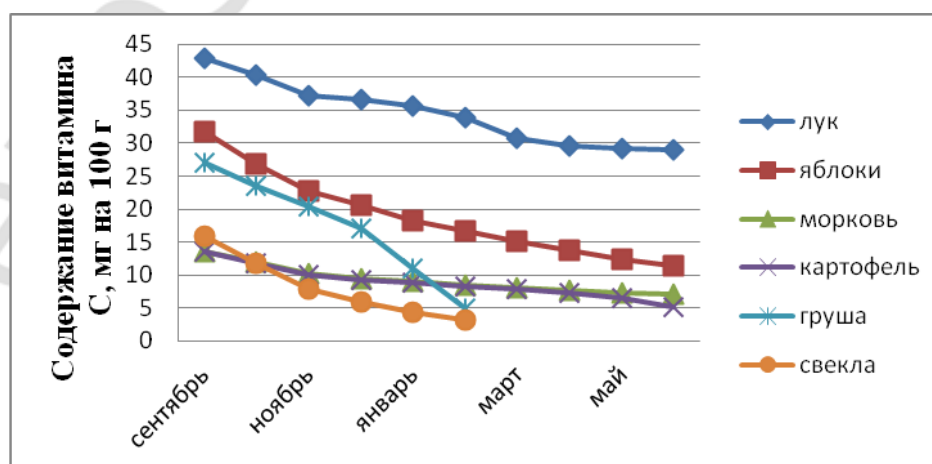
**Задачи:**

1. изучение содержания витамина С в плодовоовощной продукции, поступающей в открытую продажу на прилавки г. Гомеля;
2. определение кинетических параметров (константа скорости, период полураспада) окислительного разложения витамина С в изучаемой продукции;
3. определение энергии активации термического разложения аскорбиновой кислоты в продуктах питания.

**Материал и методы.** Объектом исследования явилась плодовоовощная продукция традиционно используемая в питании населения РБ. Количественное определение проводили по методике Всесоюзного научно-исследовательского института растениеводства, основанной на способности аскорбиновой кислоты к окислению в дегидроаскорбиновую кислоту. Исследуемый раствор, содержащий витамин и подкисленный соляной кислотой, титровали щелочным раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола. После окисления всего витамина С прекращается восстановление 2,6-дихлорфенолиндофенола и титруемый раствор приобретает розовую окраску. Зная количество 2,6-дихлорфенолиндофенола, израсходованное на титрование, и его титр, вычисляют содержание витамина С в исследуемом растворе [4, 5].

Для определения энергии активации реакции термического окисления витамина С использовался термостат, где исходный раствор выдерживался 5, 10, 15, 20 минут при температуре 30°C, 40°C, 50°C и 60°C. [1]

**Результаты и их обсуждение.** На рисунках 1 и 2 представлены кинетические кривые окислительного распада витамина С в различных видах плодовоовощной продукции, традиционно считающейся важнейшим источником аскорбиновой кислоты для жителей РБ. Время исследования: сентябрь 2014 – май 2015 года.



**Рис. 1** – Кинетические кривые окислительного распада витамина С в репчатом луке, яблоках, картофеле, моркови

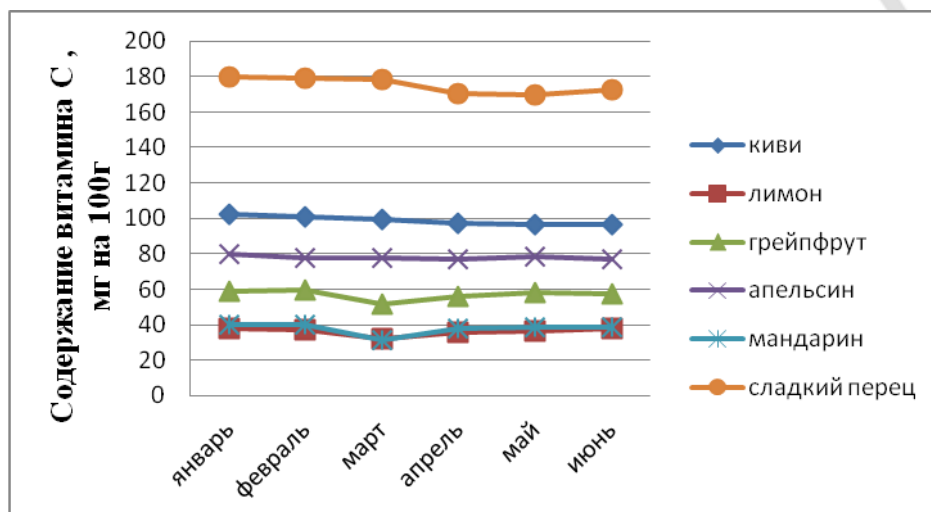


Рис. 2 – Кинетические кривые окислительного распада витамина С в киви, лимонах, грейпфрутах и апельсинах

Полученные данные позволили рассчитать кинетические параметры данного процесса константы скорости и период полураспада аскорбиновой кислоты. Установлено, что потребность организма в витамине С в сентябре-октябре можно полностью удовлетворить отечественными овощами и фруктами: яблоками, грушами, белокочанной капустой. Кинетические параметры окислительного распада витамина С представлены ниже:

яблоки – константа скорости  $0,155 \text{ мес}^{-1}$ , период полураспада – 4,53 мес.;

морковь – константа скорости  $0,145 \text{ мес}^{-1}$ , период полураспада – 4,77 мес.;

картофель – константа скорости  $0,144 \text{ мес}^{-1}$ , период полураспада – 4,81 мес.;

лук – константа скорости  $0,120 \text{ мес}^{-1}$ , период полураспада – 5,77 мес.;

Изучение воздействия высоких температур на окисление витамина С было изучено на примере лимонного сока. Выбор лимона для данного опыта был не случаен, т.к. традиционно в нашей стране предпочитают в осенне-зимний период употреблять горячий чай с лимоном как профилактическое средство при простудных заболеваниях.

На рисунке 3 представлена кинетическая кривая термического распада витамина С в пробе лимона.

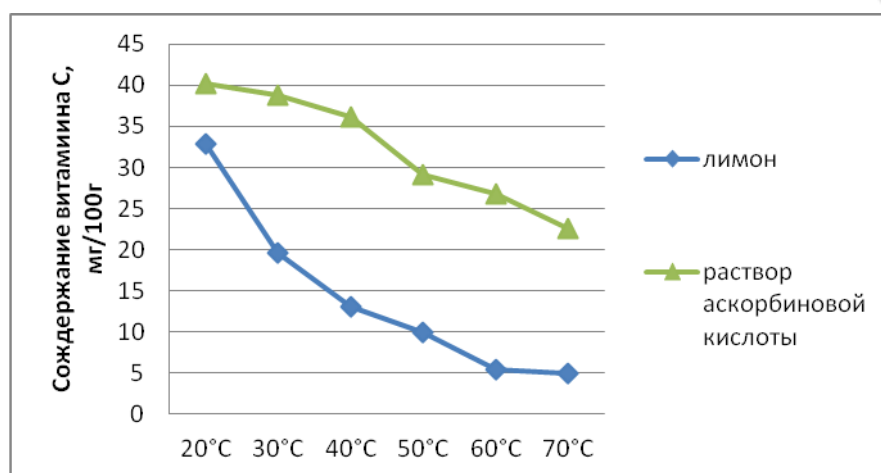


Рис. 3 – Влияние температуры на содержание витамина С в соке лимона и растворе аскорбиновой кислоты

Полученные данные свидетельствуют о быстром разрушении аскорбиновой кислоты при нагревании, в горячем чае содержание витамина С в лимоне уменьшается почти в 6,6 раз. Для сравнения был взят раствор аскорбиновой кислоты, где концентрация витамина уменьшается в 1,8 раза.

Энергия активации была определена графически. Для этого были рассчитаны константы скорости реакции при температуре 30°C, 40°C, 50°C и 60°C, а затем построен график зависимости  $\ln k$  от  $1/T$ . Энергия активации термического окисления витамина С в соке лимона составила 98,5 кДж/моль. Небольшое значение энергии активации термического разложения еще раз иллюстрирует, что в растениях, как очень сложных системах, на скорость распада витамина С влияет множество факторов (кислотность среды, микроорганизмы, наличие ферментов), поэтому энергия активации может служить для приблизительной оценки влияния температуры на этот процесс.

#### Выводы:

1. Изучено содержание витамина С в плодовоовощной продукции РБ и импортируемой сельскохозяйственной продукции.
2. Отечественная плодовоовощная продукция в ноябре – декабре не может удовлетворить потребность организма в аскорбиновой кислоте. Установлено, что начиная с ноября необходимо в рацион питания включать импортируемые овощи и цитрусовые.
3. Среди импортируемой сельскохозяйственной продукции рекорсменами по содержанию витамина С являются сладкий перец, киви, апельсины.
4. Изучив динамику окислительного разложения витамина С в яблоках, луке, моркови и картофеле, установили, что процесс протекает по псевдопервому порядку, и это позволило рассчитать его важнейшие кинетические параметры: константу скорости и время полураспада.

5. Установлено, что аскорбиновая кислота легко разрушается под воздействием даже незначительного нагревания. Следовательно, употребление горячего чая с лимоном не является надежным источником витамина С.

### Литература

1. Варфоломеев, С.Д., Гуревич, К.Г. Биокинетика: Практический курс. / С. Д. Варфоломеев, К. Г. Гуревич – М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999. – 720 с.
2. Комов, В. П. Биохимия / В. П. Комов, В. Н.Шведова. В. П. Комов, В. Н. Шведова. – М.: Дрофа, 2006. – 639 с.
3. Приём витаминов: реальная необходимость или опасное излишество? / Р. М. Торшхоева [и др.] // Педиатрическая фармакология. – 2007. – № 2. – Т. 3. – С. 59-61.
4. Филиппович, Ю. Б. Практикум по общей биохимии / Ю. Б Филиппович, Т. А Егорова, Г. А. Севастьянова; под ред. Ю. Б. Филиповича. – М.: Просвещение, 1982. – 311 с.
5. Чиркин, А. А. Практикум по биохимии. Учебное пособие / А. А. Чиркин. – Мн.: Новое знание, 2002. — 512 с.