

УДК 664.85

ББК 36.96

И-88

Кондратенко Владимир Владимирович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе Всероссийского научно-исследовательского института технологии консервирования – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН; e-mail: nauka@vniitek.ru;

Костылёв Александр Сергеевич, старший научный сотрудник лаборатории технологии консервирования Всероссийского научно-исследовательского института технологии консервирования – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН; e-mail: alex311092@mail.ru;

Кондратенко Татьяна Юрьевна, аспирант, старший научный сотрудник лаборатории технологии консервирования Всероссийского научно-исследовательского института технологии консервирования – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН; e-mail: ktyatjana-19@mail.ru;

Пацюк Любовь Карповна, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии консервирования Всероссийского научно-исследовательского института технологии консервирования – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН; e-mail: lubow.lk2015@yandex.ru;

Федосенко Татьяна Васильевна, лаборант-исследователь лаборатории технологии консервирования Всероссийского научно-исследовательского института технологии консервирования – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН; e-mail: alex311092@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА ГОМОГЕННЫХ ФРУКТОВЫХ КОНСЕРВОВ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

(рецензирована)

Исследована динамика показателя восстановительной способности двухкомпонентных фруктовых консервов в течение 24 месяцев хранения. Предложена гипотеза, что при хранении двухкомпонентных пюреобразных продуктов на основе брусники, клюквы, земляники и яблок имеют место два параллельных по времени, но противоположных по значению процесса: ингибирующее взаимодействие между отдельными химическими составляющими и накопление pH-активных продуктов гидролиза. Также предложена гипотеза, что при хранении двухкомпонентных пюреобразных продуктов на основе винограда, вишни и яблок имеют место два последовательных по времени процесса: некоторое начальное накопление гидролитически-активных компонентов и накопление pH-активных продуктов гидролиза. Установлено, что для исследованных систем (за исключением винограда) имеет место некоторая тенденция к отрицательной взаимосвязи между восстановительной способностью консервов и исходным значением показателя на момент начала хранения. Полученные данные являются первичными в общей картине формирования окислительно-

восстановительных свойств гомогенных продуктов.

Ключевые слова: антиоксидантная активность, восстановительный потенциал, гомогенные продукты, хранение.

Kondratenko Vladimir Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, an associate professor, Deputy Director for Research of the All-Russian Research Institute of Canning Technology – a branch of FSBSI “Federal Scientific Center of Food Systems named after V.M. Gorbатов” of the RAS; e-mail: nauka@vniitek.ru;

Kostilyov Alexander Sergeevich, a senior researcher of the Laboratory of Canning Technology of the All-Russian Research Institute of Canning Technology – a branch of FSBSI “Federal scientific center of Food Systems named after V.M. Gorbатов” of the RAS; e-mail: alex311092@mail.ru;

Kondratenko Tatyana Yuryevna, a post graduate student, a senior researcher of the Laboratory of canning technology of the All-Russian Scientific Research Institute of Canning Technology – a branch of FSBI “Federal Scientific Center of Food Systems named after V.M. Gorbатов” of the RAS; e-mail: ktatyana-19@mail.ru;

Patsyuk Lyubov Karpovna, a leading researcher of the Laboratory of Canning Technology of the All-Russian Scientific Research Institute of Canning Technology – a branch of FSBI “Federal Scientific Center of Food Systems named after V.M. Gorbатов” of the RAS; e-mail: lubow.lk2015@yandex.ru;

Fedosenko Tatyana Vasilievna, a research assistant of the Laboratory of Canning Technology of the All-Russian Research Institute of Canning Technology – a branch of FSBSI “Federal Scientific Center of Food Systems named after V.M. Gorbатов” of the RAS; e-mail: alex311092@mail.ru

STUDY OF THE DYNAMICS OF THE RESTORING POTENTIAL INDICATOR OF HOMOGENIOUS CANNED FRUIT IN THE PROCESS OF STORAGE

(reviewed)

The dynamics of the indicator of the reducing ability of two-component canned fruit during 24 months of storage has been studied. A hypothesis has been proposed that during storage of two-component puree products based on lingonberries, cranberries, strawberries and apples, there are two time-parallel, but opposite in process values: inhibitory interaction between individual chemical components and accumulation of RH-active hydrolysis products. A hypothesis has also been proposed that during storage of two-component puree products based on grapes, cherries and apples, there are two consecutive process times: some initial accumulation of hydrolytic active components and accumulation of RH-active hydrolysis products. It has been established that for the studied systems (with the exception of grapes) there is a certain tendency towards a negative relationship between the reducing ability of canned food and the initial value of the indicator at the time of the start of storage. The data obtained are primary in the overall picture of the formation of the redox properties of homogeneous products.

Keywords: antioxidant activity, reduction potential, homogeneous products, storage.

Введение. Совокупность физико-химических свойств пищевых продуктов в целом определяется суперпозицией физико-химических свойств отдельных содержащихся в них компонентов [1]. Восстановительные свойства пищевых систем не являются

исключением. Они формируются совокупностью компонентов, обладающих как восстановительной, так и окислительной способностью. К восстановителям, среди прочих, традиционно относят природные антиоксиданты – флавоноиды, гидролизуемые танины, кумарины, ксантоны, фенольные, терпеновые и аскорбиновая кислота, каротиноиды и проантоцианины [2]. Превалирование одной из этих групп, в конечном счёте, определяет интегральное значение показателя восстановительной способности. Поскольку целевым свойством продукта является преобладание восстановительной способности, то компоненты, участвующие в формировании данного свойства (как положительно, так и отрицательно), можно условно разделить на несколько взаимодополняющих групп [3-6]:

- доминантные окислители – компоненты, имеющие выраженную окислительную активность;

- факультативные окислители – компоненты, баланс окислительно-восстановительных свойств которых находится в существенной зависимости от условий среды, но в рафинированном виде проявляющие некоторое преобладание окислительных свойств;

- нейтральные компоненты – практически не обладающие сколько-нибудь существенными окислительными, либо восстановительными свойствами;

- факультативные восстановители – как и факультативные окислители – компоненты, баланс окислительно-восстановительных свойств которых находится в существенной зависимости от условий среды, но, в отличие от них, в рафинированном виде проявляющие некоторое преобладание восстановительных свойств;

- доминантные восстановители – компоненты, имеющие выраженную восстановительную активность;

- усилители окислительной активности – компоненты, в целом относящиеся к нейтральной группе, но в присутствии окислителя способные усиливать данную активность;

- усилители восстановительной активности – компоненты, в целом относящиеся к нейтральной группе, но в присутствии восстановителя способные усиливать данную активность;

- ингибиторы окислительной активности – компоненты, которые в присутствии окислителя способны ингибировать данную активность;

- ингибиторы восстановительной активности – компоненты, которые в присутствии восстановителя способны ингибировать данную активность;

- продуценты – реакционно-активные компоненты, один или несколько продуктов взаимодействия которых обладает восстановительной, либо окислительной способностью.

Общую картину усложняет наличие возможности проявления синергических и/или антагонистических взаимодействий между компонентами, входящими в одну из описанных групп. Так, исследования [7] показали, что при совместном нахождении в одной гомогенной среде при определённом соотношении β -крипто-ксантина и γ -токоферол в значительной степени ингибируют антиоксидантные свойства друг друга.

Кроме того, в исходном сырье все нативные компоненты, имеющие потенциальную возможность вступления в спонтанное взаимодействие друг с другом, пространственно локализованы в органеллах, эндоплазматическом ретикулуме, цитоплазматической мембране, клеточной стенке, и др., изолированы друг от друга и потому находятся в

состоянии квазистабильности, граничным условием которой является совокупность и направленность биохимических процессов ката- и метаболизма в процессе жизнедеятельности живой клетки. При технологической обработке – совокупности термических, барических, концентрационных и механических активных факторов – происходит разрушение мембран органелл, частичная дезинтеграция клеточных стенок, результатом чего является процесс «смещения всего со всем». Следствием этого является активация реакций взаимодействия между отдельными компонентами. В этом случае соотношение констант, скоростей и направленностей множества возникающих реакций, в совокупности с образующимися промежуточными и конечными продуктами, формирует интегральную картину состояния системы в любой произвольно выбранный момент времени.

Исследования [8] показали, что в пищевых системах равновесие окислительно-восстановительного потенциала в комбинации «продукт – электродная пара» наступает достаточно медленно.

Традиционно считается [9-11], что при хранении происходят неизбежные потери общего количества антиоксидантов в целом и аскорбиновой кислоты в частности. Это связывают в первую очередь с частичным окислением аскорбиновой кислоты и отдельных фенольных компонентов [12].

Так, по истечении шести месяцев хранения консервированной овощной продукции потери аскорбиновой кислоты могут составить от 70 до 95 % от исходного её содержания в сырье [11]. При этом, однако, остаётся некоторая неопределённость, какая доля потерь приходилась именно на само хранение, а какая – на технологический процесс производства консервированного продукта. Совокупный сравнительный анализ существующих данных [8] показывает, что доля, приходящаяся непосредственно на хранение, значительно меньше представленной. Возможно, то же можно сказать и в отношении соответствующей динамики общего количества антоцианов. Исследования [13] подтверждают это предположение.

Что же касается интегральной динамики, учитывающей общее количество антиоксидантов, то и здесь на сегодняшний день существуют различные мнения. Так, авторы [14] указывают на однозначное уменьшение количества антиоксидантов в процессе хранения. С другой стороны, в работе [9] показаны лишь незначительные изменения в совокупной массовой доле антиоксидантов. По данным [12], содержание общих фенолов представляет собой достаточно малоинформативный показатель. Также, согласно [15], восстановительная способность пищевых систем практически не меняется. Однако здесь следует заметить, что предметом исследований последней работы, на основании изучения которого было сделано данное утверждение, являлись специи – объект, в корне отличающийся по своей природе от консервированной фруктовой и овощной продукции, поэтому, на наш взгляд, экстраполирование данного вывода за пределы исследованного авторами объекта было бы некорректно.

Таким образом, вопрос изменения восстановительных свойств консервной продукции на основе фруктового и овощного сырья остаётся открытым и является неотъемлемой составной частью наиболее актуальных проблем в области пищевой комбинаторики.

В качестве объектов исследований были выбраны пюреобразные монокомпонентные натуральные консервы без добавления сторонних компонентов, изготовленные из фруктового сырья на технологическом оборудовании Технологического стенда лаборатории технологии консервирования в соответствии со стандартной технологической схемой. В качестве фруктового сырья использовали косточковые (плоды вишни) и семечковые фрукты (яблоки), ягоды (клюква, брусника, земляника садовая и виноград).

По окончании последнего технологического процесса консервированную продукцию хранили в течение 24 месяцев при температуре не выше 25°C. В каждом образце на момент закладки на хранение и через 1-2, 11-12, 22-23 и 24-25 месяцев хранения инструментально определяли активную кислотность (pH) – по [16] – и окислительно-восстановительный потенциал (Eh). Последний определяли непрерывным измерением динамики показателя в процессе установления равновесия в системе «пищевая система – электродная пара» в течение 1800 с при дискретности 1 с, и последующей аппроксимацией данных в системе координат « $1/\tau - Eh$ », где τ – продолжительность измерения, с. За искомое значение принимали значение, отсекаемое аппроксимационной функцией от оси ординат (при $1/\tau \rightarrow 0$). Показатель восстановительной способности (RH) рассчитывали по [2, 3]. При проведении исследований использовали цифровые рН-метры Эксперт-001-01, укомплектованные комбинированным одноключевым электродом ЭСП 10605/7 и лабораторным комбинированным редокс-электродом ЭРП-105. Математическую обработку проводили с использованием оригинального программного обеспечения, прилагаемого к аналитическому оборудованию, а также специализированного программного обеспечения TableCurve 2D v.5.01 (SYSTAT Software Inc.), табличного процессора Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation) со встроенным языком программирования VBA.

В силу непрерывного характера потенциальных изменений значений показателя восстановительной способности консервированных многокомпонентных пюреобразных продуктов в процессе хранения, дискретности экспериментально получаемых значений, а также непременно наличию некоторой погрешности измерений, для анализа динамики изменения целевого показателя экспериментальные данные были предварительно нормированы. При статистической несущественности различия только пары смежных значений, оба подвергали средневзвешенному усреднению по формуле:

$$\dot{x} = \frac{x_1 \cdot \Delta_1^{-1} + x_2 \cdot \Delta_2^{-1}}{\Delta_1^{-1} + \Delta_2^{-2}} = \frac{x_1 \cdot \Delta_2 + x_2 \cdot \Delta_1}{\Delta_1 + \Delta_2}, \quad (1)$$

где \dot{x} – нормированное значение; x_1 и x_2 – нормируемые смежные значения; Δ_1 и Δ_2 – погрешности нормируемых смежных значений.

При статистической несущественности парного различия более двух смежных значений, всех их подвергали средневзвешенному усреднению, где крайние значения рассчитывали по формуле (1), а внутренние – по формуле:

$$\dot{x} = \frac{\frac{x_1 \cdot \Delta_2 + x_2 \cdot \Delta_1}{\Delta_1 + \Delta_2} \cdot \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2} + \frac{x_2 \cdot \Delta_3 + x_3 \cdot \Delta_2}{\Delta_2 + \Delta_3} \cdot \sqrt{\Delta_2^2 + \Delta_3^2}}{\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2} + \sqrt{\Delta_2^2 + \Delta_3^2}}, \quad (2)$$

где x_1 , x_2 и x_3 – нормируемые смежные значения; Δ_1 , Δ_2 и Δ_3 – погрешности нормируемых смежных значений.

В качестве меры, отражающей динамику изменения восстановительных свойств среды в процессе хранения, использовали величину темпа изменения нормированных значений (), рассчитываемую по формуле:

$$V_{RH} = \frac{k \cdot (RH_{n+1} - RH_n)}{\tau_{n+1} - \tau_n}, \quad (3)$$

где RH_n и RH_{n+1} – нормированные смежные значения RH ; τ_n и τ_{n+1} – продолжительность хранения в смежных точках, сут.; k – коэффициент пересчёта (в настоящей работе принят равным 30), день/мес.

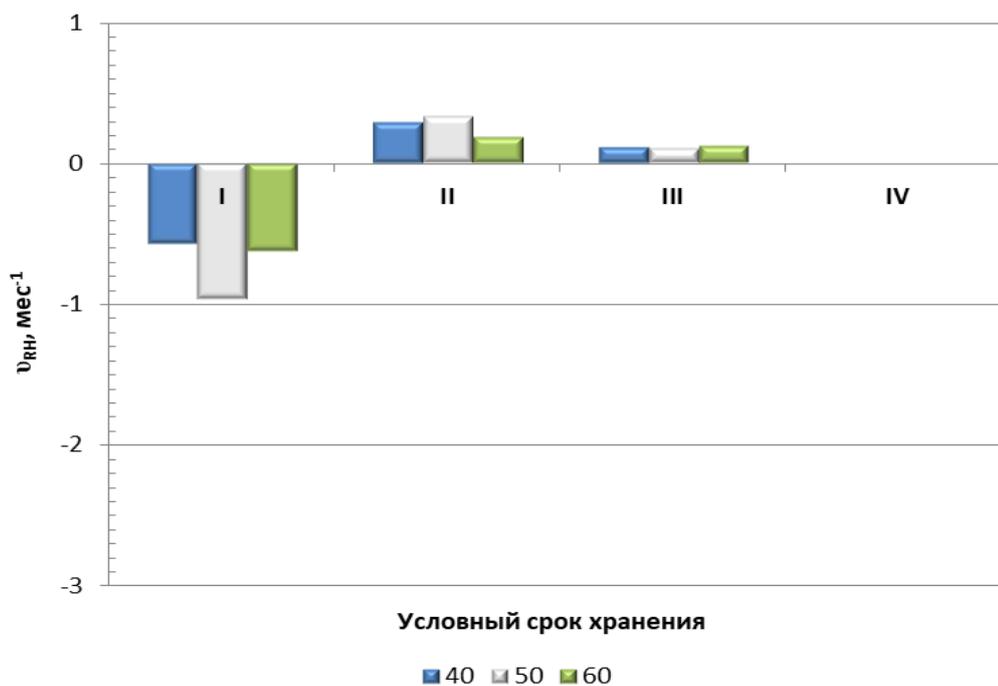
В силу объективной дисперсии значений τ для разных видов сырья и массовых долей первого компонента, все экспериментальные значения независимого фактора были сгруппированы в реперные кластеры I, II, III и IV, соответствующие 1-2, 11-12, 22-23 и 24-25 месяцам хранения. Данные были дифференцированы в соответствии с характером динамики исследуемого показателя. Поскольку во всех вариантах вторым компонентом двухкомпонентных продуктов использовано яблоко, данный вид сырья рассматривали как фоновый, а все наблюдаемые различия в характере и выраженности динамик определяли исключительно природой и соотношением взаимодействующих компонентов двух видов сырья, то есть, – интегрально, – природой первого компонента и его массовой долей в продукте.

Результаты первичного анализа данных по вариантам, в которых первые компоненты – клюква и брусника, представлены на рисунке 1.

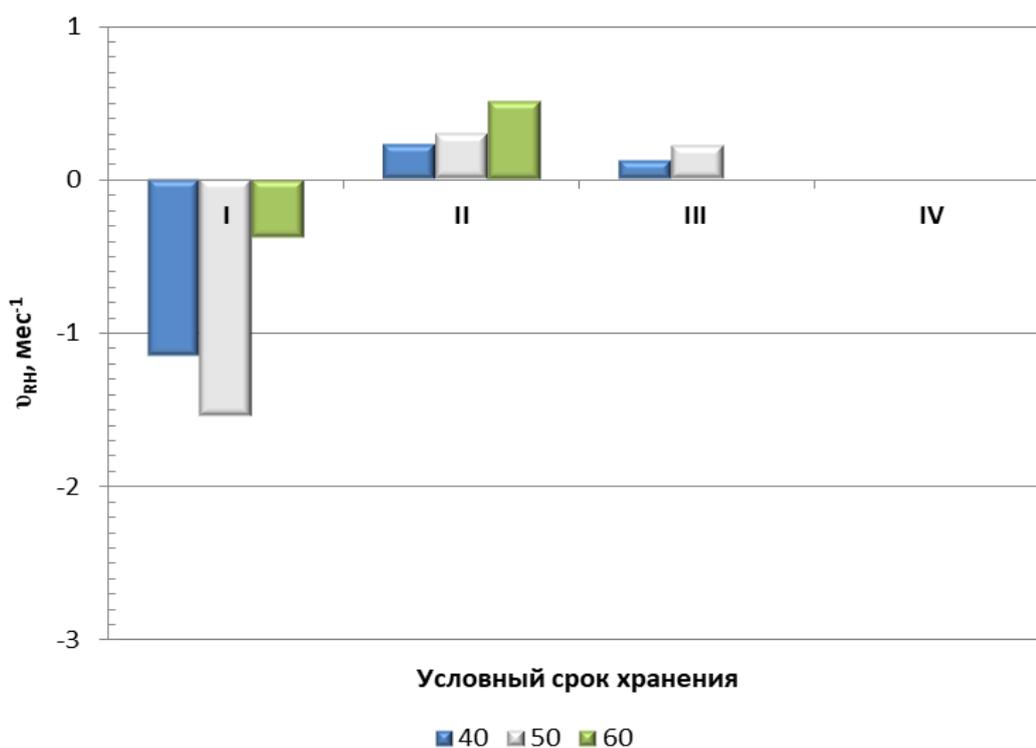
Анализ показывает некоторую идентичность характера динамики исследуемого показателя от продолжительности хранения: в первом – относительно коротком – реперном временном интервале (между моментом выработки продукта и I реперным кластером) при исследованных соотношениях массовых долей компонентов имеет место уменьшение RH (отрицательные значения V_{RH}). На втором и третьем реперных интервалах (между II и I, а также между III и II реперными кластерами, соответственно) изменения RH также имеют место, но динамика – положительная (положительные значения V_{RH}), сходящая со временем на нет. На четвёртом реперном интервале (между IV и III реперными кластерами) и, предположительно, далее система входит в стационарное (равновесное) состояние.

В целом, характер динамик позволяет предположить, что в процессе хранения данных продуктов имеют место два параллельных по времени, но противоположных по значению процесса:

1) ингибирующее (в отношении формирования RH) взаимодействие между отдельными химическими составляющими разных видов сырья после разрушения целостности клеточных структур и смешения;



а)



б)

Рис. 1. Влияние продолжительности хранения на степень и направленность темпа изменения RH пюреобразных продуктов «клюква – яблоко» (а) и «брусника – яблоко» (б) 40, 50 и 60 – массовые доли первого компонента, %

2) частичное гидролитическое расщепление полимерных составляющих клеточных стенок растительного сырья активными компонентами ткани, высвободившимися в результате разрушения клеточных структур, с накоплением образующихся RH -активных продуктов. При этом если первый процесс идёт относительно быстро, то второй – существенно растянут во времени.

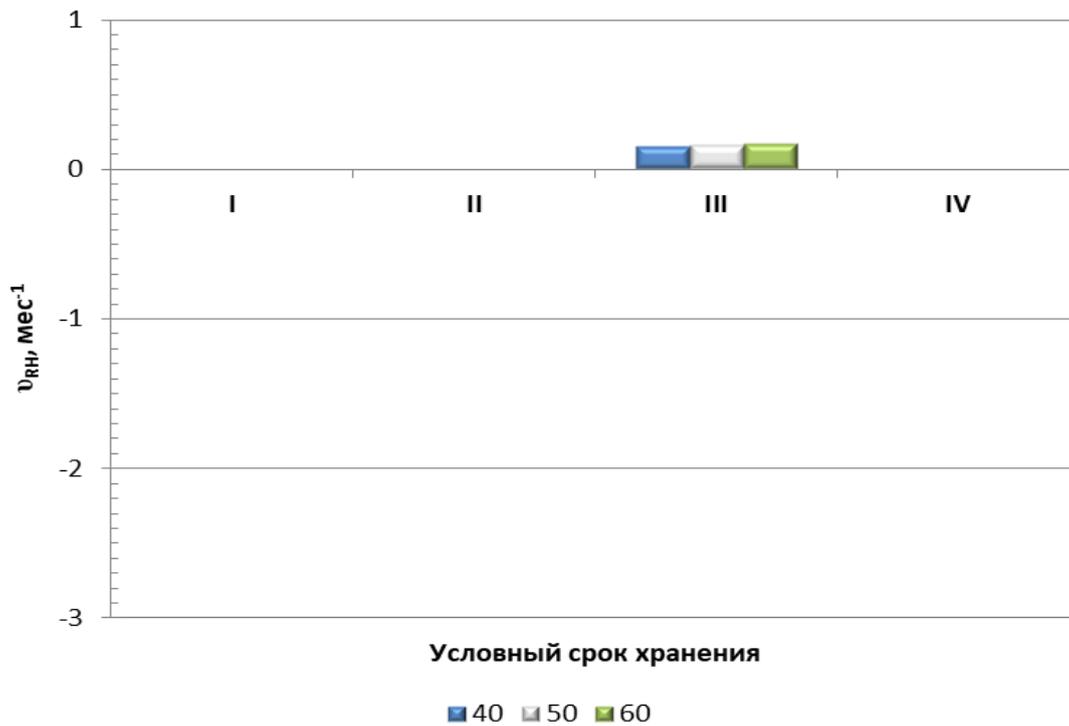
Первичный анализ экспериментальных данных, представленных на рисунке 2 (первые компоненты – вишня и виноград), показывает кардинальное отличие динамики RH в процессе хранения – наличие некоторого увеличения целевого показателя на втором и третьем (вишня), либо только на третьем (виноград) реперных интервалах, после чего – также переход системы в стационарное состояние.

В целом, характер динамик позволяет предположить, что в процессе хранения данных продуктов имеют место два последовательных по времени процесса, связанных с частичным гидролитическим расщеплением полимерных составляющих клеточных стенок растительного сырья активными компонентами ткани: 1) некоторое начальное накопление гидролитически-активных компонентов, в свою очередь оказывающих значимое влияние на формирование интегрального значения RH ; 2) накопление образующихся RH -активных продуктов. При этом в системе с виноградом первый процесс происходит относительно быстро (в течение первого реперного интервала), тогда как в системе с вишней – значительно растянут во времени.

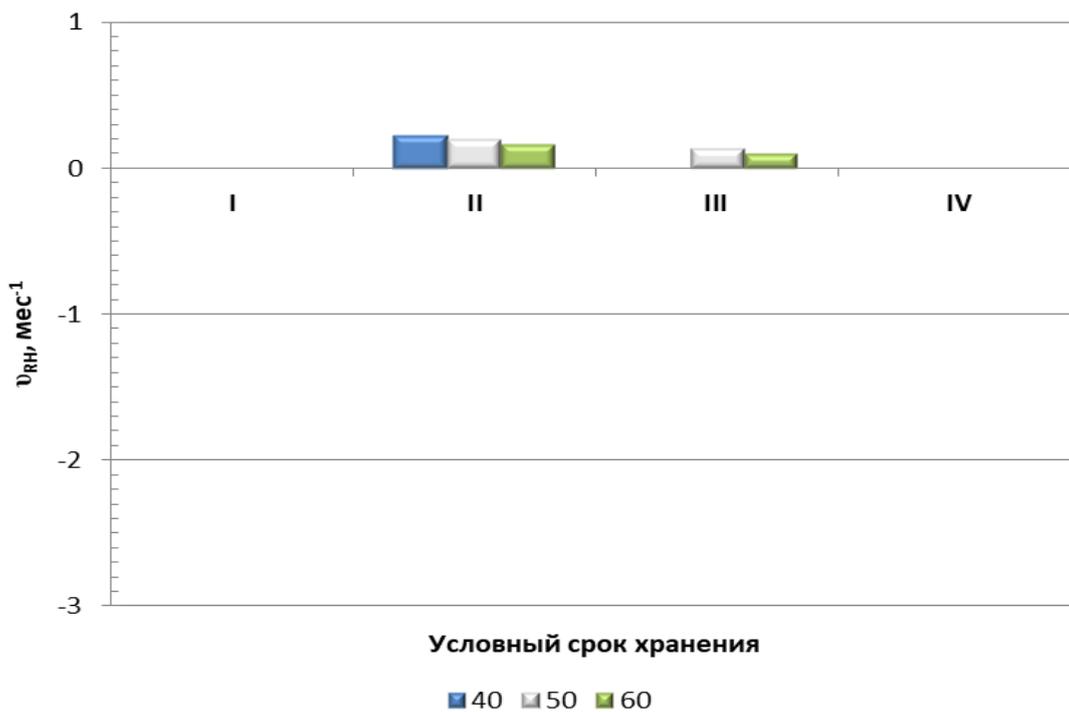
Первичный анализ экспериментальных данных, представленных на рисунке 3 (первый компонент – земляника), показывает некоторое сходство динамики RH в процессе хранения с данными на рисунке 1. Отличие отмечено только для варианта с массовой долей земляники 50%: динамика аналогична, но с противоположным знаком, что указывает либо на отсутствие в на первом реперном интервале условий для ингибирующего взаимодействия (в отношении формирования RH) между отдельными химическими составляющими, либо его маскировку активными гидролитическими процессами с накоплением RH -активных компонентов.

Кроме того имеет место несколько бóльшая выраженность ингибирующего процесса на первом реперном интервале для вариантов с массовыми долями земляники 40 и 60 %.

Также обращает на себя внимание различие динамик RH в процессе хранения в вариантах с разной массой долей первого компонента (за исключением вишни и винограда). При этом на момент окончания хранения различия нивелируются, что косвенно указывает на наличие некоторой неаддитивности при формировании RH .



а)



б)

Рис. 2. Влияние продолжительности хранения на степень и направленность темпа изменения RH пюреобразных продуктов «вишня – яблоко» (а) и «виноград – яблоко» (б) 40, 50 и 60 – массовые доли первого компонента, %

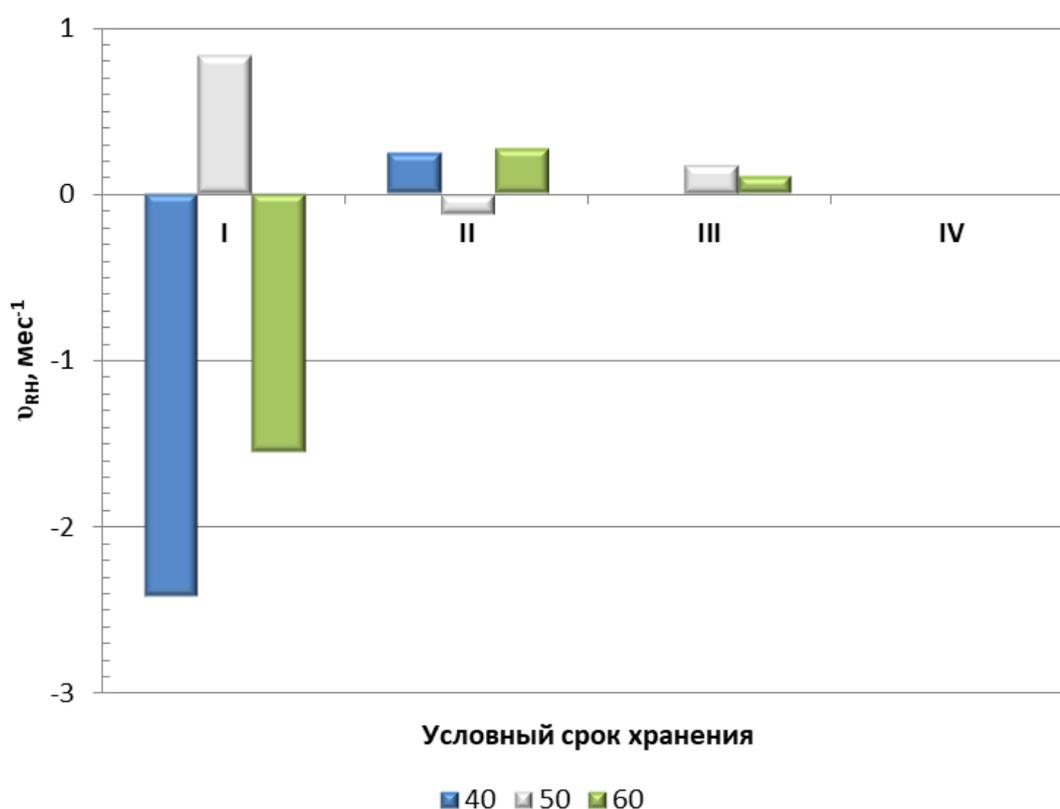


Рис. 3. Влияние продолжительности хранения на степень и направленность темпа изменения RH пюреобразного продукта «земляника – яблоко» 40, 50 и 60 – массовые доли первого компонента, %

Анализ тенденции полного изменения RH в результате хранения от его начального значения (рисунок 4) показывает, что, за исключением вариантов с виноградом, для всех остальных исследованных продуктов имела место некоторая отрицательная корреляция, выраженная в различной степени для разного сырья. Однако исходная малая выборка не позволяет достоверно определить степень линейности выявленной тенденции, а причину такого положения дел ещё только предстоит установить.

Дальнейшее обобщение полученных данных представляет интерес с точки зрения оперативного прогнозирования динамики восстановительного потенциала консервированных продуктов в процессе хранения в зависимости от их ингредиентного и химического составов в рамках проектирования функциональных пищевых продуктов, а также продуктов общего и специализированного назначения. Однако для практического перехода в плоскость системы функциональных зависимостей, обладающей экстраполятивными свойствами, необходимо проведение дальнейших работ по набору статистики.

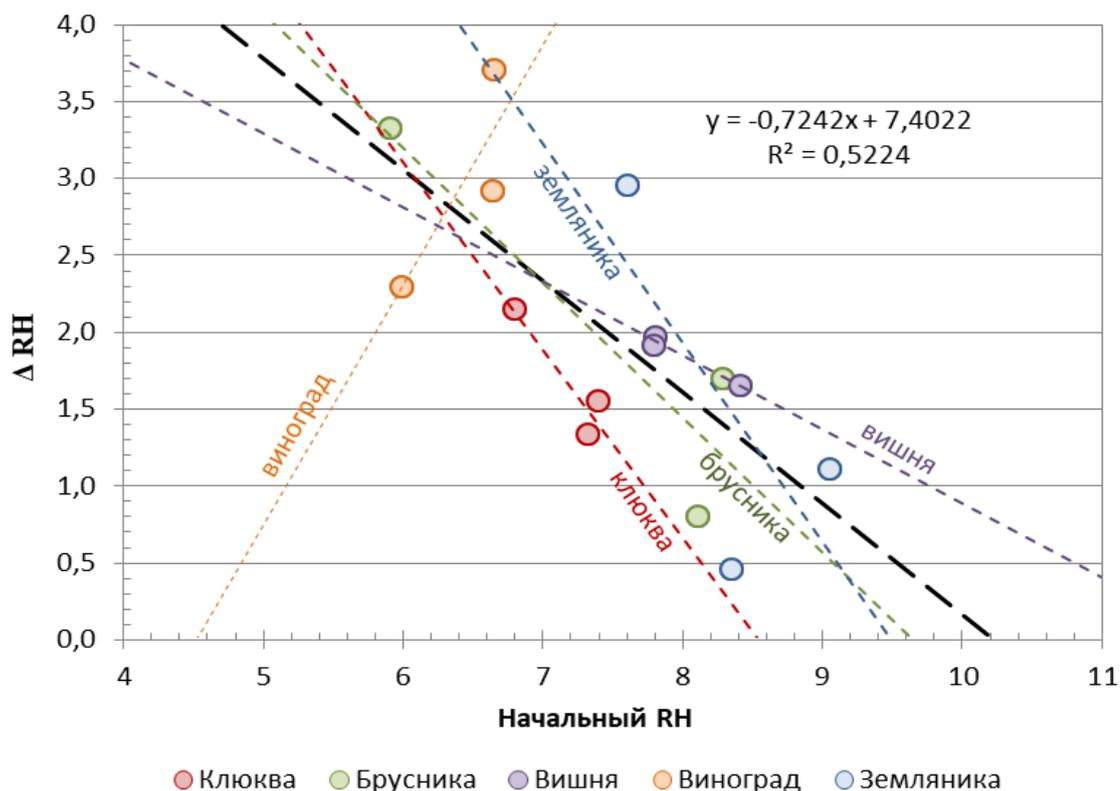


Рис. 4. Тенденция полного изменения RH в результате хранения от его начального значения

В результате проведённых исследований были получены следующие результаты:

- экспериментально установлены динамики RH в процессе хранения гомогенных двухкомпонентных пюреобразных продуктов из фруктового сырья;

- предложена частная гипотеза, что при хранении двухкомпонентных пюреобразных продуктов на основе брусники, клюквы, земляники и яблок имеют место два параллельных по времени, но противоположных по значению процесса: ингибирующее взаимодействие между отдельными химическими составляющими и накопление RH -активных продуктов гидролиза;

- предложена частная гипотеза, что при хранении двухкомпонентных пюреобразных продуктов на основе винограда, вишни и яблок имеют место два последовательных по времени процесса: некоторое начальное накопление гидролитически-активных компонентов и накопление RH -активных продуктов гидролиза;

- установлено, что для исследованных систем (за исключением системы, содержащей виноград) имеет место некоторая тенденция отрицательной корреляции восстановительной способности консервов в процессе хранения и исходного значения показателя на момент начала хранения;

- установлен факт влияния массовой доли компонентов (за исключением системы, содержащей вишню) на динамику RH в процессе хранения.

Литература:

1. Костылёв А.С., Кондратенко В.В. Особенности формирования восстановительного потенциала натуральных многокомпонентных пюреобразных продуктов питания из растительного сырья // Пищевые системы: теория, методология,

практика: материалы XI Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук. Москва, 2017. С. 167-174.

2. Tahir Z., Arshad M., Chaudhari S.K. Redox protective potential of fruits and vegetables: A review // *Journal of Coastal Life Medicine*. 2015. V. 3(8). P. 663-668.

3. Bartosz G. Food Oxidants and Antioxidants: Chemical, Biological, and Functional Properties. – Chemical and Functional Properties of Food Components Series. CRC Press, 2014. 550 p.

4. Biotransformation of Waste Biomass into High Value Biochemicals / S.K. Brar [et al]. Springer, 2014. 504 p.

5. Buettner G.R., Schafer F.Q. Free Radicals, Oxidants, and Antioxidants // *Teratology*. 2000. V. 62. P. 234.

6. Handbook of Oxidants and Antioxidants in Exercise / C. Sen [et al]. Elsevier, 2000. 1207 p.

7. Особенности формирования восстановительных свойств натуральных многокомпонентных продуктов из плодоовощного сырья / А.С. Костылёв [и др.] // Современные подходы к получению и переработке сельскохозяйственной продукции – гарантия продовольственной независимости России: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук. Москва, 2016. С. 173-180.

8. Montville T.J., Conway L.K. Oxidation-Reduction Potentials and Their Ability to Support Clostridium Botulinum Toxicogenesis // *Journal of Food Science*. 1982. V. 47. P. 1879-1882.

9. Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States / B.L. Halvorsen [et al] // *Am. J. Clin. Nutr.* 2006. V. 84. P. 95-135.

10. Krylova V.B. Redox potential and dynamics of protein and fat destruction during storage of canned meat in pieces // *Theory and Practice of Meat Processing*. 2016. №2. P. 26-33.

11. Rickman J.C., Barrett D.M., Bruhn Ch.M. Review. Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds // *J. Sci. Food Agric*. 2007. V. 87. P. 930-944.

12. Bocharova O., Bocharova M. The dual role of phenolic compounds in oxidative changes in fruit products // *International Food Research Journal*. 2017. V. 24(3). P. 1261-1269.

13. Brownmiller C., Howard L.R., Prior R.L. Processing and Storage Effects on Monomeric Anthocyanins, Percent Polymeric Color, and Antioxidant Capacity of Processed Blueberry Products // *Journal Of Food Science*. 2008. V. 73, No. 5. P. H72-H79.

14. Ścibisz I., Mitek M. Effect of processing and storage conditions on phenolic compounds and antioxidant capacity of highbush blueberry jams // *Pol. J. Food Nutr. Sci*. 2009. V. 59, No. 1. P. 45-52.

15. Horváthová J., Suhaj M., Šimko P. Effect of thermal treatment and storage on antioxidant activity of some spices // *Journal of Food and Nutrition Research*. 2007. V. 46(1). P. 20-27.

16. ГОСТ 26188-84 Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и

мясорастительные. Метод определения рН. Москва: Изд-во стандартов, 1984. 8 с.

Literature:

1. Kostylyov A.S., Kondratenko V.V. *Features of formation of the reducing potential of natural multicomponent puree food products from plant raw materials // Food Systems: Theory, Methodology, Practice: Materials of the XI International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists of the Agricultural Sciences Division of the Russian Academy of Sciences. Moscow, 2017. P. 167-174.*
2. Tahir Z., Arshad M., Chaudhari S.K. *Redox protective potential of fruits and vegetables: A review // Journal of Coastal Life Medicine. 2015. V. 3(8). P. 663-668.*
3. Bartosz G. *Food Oxidants and Antioxidants: Chemical, Biological, and Functional Properties. – Chemical and Functional Properties of Food Components Series. CRC Press, 2014. 550 p.*
4. *Biotransformation of Waste Biomass into High Value Biochemicals / S.K. Brar [et al]. Springer, 2014. 504 p.*
5. Buettner G.R., Schafer F.Q. *Free Radicals, Oxidants, and Antioxidants// Teratology. 2000. V. 62. P. 234.*
6. *Handbook of Oxidants and Antioxidants in Exercise / C. Sen [et al]. Elsevier, 2000. 1207 p.*
7. *Features of the formation of reducing properties of natural multicomponent products from fruit and vegetable raw materials / A.S. Kostylyov [et al.] // Modern approaches to the production and processing of agricultural products - a guarantee of food independence of Russia: materials of the international scientific-practical conference of young scientists and specialists of the Agricultural Sciences Department of the Russian Academy of Sciences. Moscow, 2016. P. 173-180.*
8. Montville T.J., Conway L.K. *Oxidation-Reduction Potentials and Their Ability to Support Clostridium Botulinum Toxicogenesis // Journal of Food Science. 1982. V. 47. P. 1879-1882.*
9. *Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States / B.L. Halvorsen [et al] // Am. J. Clin. Nutr. 2006. V. 84. P. 95-135.*
10. Krylova V.B. *Redox potential and dynamics of protein and fat destruction during storage of canned meat in pieces // Theory and Practice of Meat Processing. 2016. №2. P. 26-33.*
11. Rickman J.C., Barrett D.M., Bruhn Ch.M. *Review. Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds // J. Sci. Food Agric. 2007. V. 87. P. 930-944.*
12. Bocharova O., Bocharova M. *The dual role of phenolic compounds in oxidative changes in fruit products // International Food Research Journal. 2017. V. 24(3). P. 1261-1269.*
13. Brownmiller C., Howard L.R., Prior R.L. *Processing and Storage Effects on Monomeric Anthocyanins, Percent Polymeric Color, and Antioxidant Capacity of Processed Blueberry Products // Journal Of Food Science. 2008. V. 73, No. 5. P. H72-H79.*
14. Ścibisz I., Mitek M. *Effect of processing and storage conditions on phenolic compounds and antioxidant capacity of highbush blueberry jams // Pol. J. Food Nutr. Sci. 2009. V. 59, No. 1. P. 45-52.*
15. Horváthová J., Suhaj M., Šimko P. *Effect of thermal treatment and storage on antioxidant activity of some spices // Journal of Food and Nutrition Research. 2007. V. 46(1). P.*

20-27.

16. *GOST 26188-84 Products of processing fruits and vegetables, canned meat and meat and plant. Method for pH determination. Moscow: Standards Publishing House, 1984. 8 p.*