

Влияние введения NaCl, сахарозы и пектина на восстановительные свойства овощных и фруктовых пюре

Владимир В. Кондратенко	¹	nauka@vniitek.ru	 0000-0002-0913-5644
Любовь К. Пацук	¹	pazuk2016@yandex.ru	 0000-0001-6395-5312
Татьяна Ю. Кондратенко	¹	ktatyana-19@mail.ru	 0000-0001-8237-0774
Татьяна В. Федосенко	¹	fedosenko0071@gmail.com	 0000-0002-7345-1799
Татьяна В. Нариниянц	¹	fedosenko0071@gmail.com	 0000-0002-7016-3310

¹ ВНИИТЭК – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, М.О., 142703, Россия

Аннотация. Включение минорных компонентов в состав рецептуры гомогенных пищевых систем неизбежно должно приводить к некоторому смещению окислительно-восстановительного равновесия в условиях взаимодействия «всего со всем». Химическая природа компонентов в совокупности со свойствами элементов химического состава среды определяет направление и выраженность такого смещения. Но в силу многокомпонентности самой среды и малой исходной выраженности окислительно-восстановительных свойств добавляемых компонентов, прогнозирование результирующих свойств формируемой пищевой системы становится затруднительным. Цель работы – исследование закономерностей влияния нейтральных минорных компонентов на изменение окислительно-восстановительных свойств гомогенной консервной продукции из растительного сырья. В качестве объектов исследований взяты пюреобразные однокомпонентные натуральные консервы (пюре) из фруктового (яблоко, слива) и овощного (тыква, морковь) сырья. В качестве минорных компонентов использовали соль поваренную (NaCl), сахарозу и яблочный пектин. В готовой консервной продукции определяли активную кислотность (pH) и окислительно-восстановительный потенциал (Eh), на основании значений которых рассчитывали показатель восстановительной способности (RH). При проведении исследований установлено отсутствие статистически значимого влияния NaCl на окислительно-восстановительные свойства исследованных пищевых систем; установлено наличие статистически значимого влияния сахарозы на показатель восстановительной способности гомогенной консервной продукции (пюре) из слив (в интервале до 18%) и моркови (в интервале до 10%); установлено, что внесение пектина в состав фруктовых и овощных пюре не оказывает статистически значимого влияния на показатель восстановительной способности продукта, за исключением пюре из косточковых фруктов, для которых отмечено общее свойство разового ступенчатого, но статистически значимого увеличения RH при массовой доле минорного компонента 0,61-0,62%. Для выяснения механизма подобного отклика необходимо проведение дополнительного комплекса целевых исследований.

Ключевые слова: показатель восстановительной способности, консервная продукция, фруктовое пюре, овощное пюре, поваренная соль, сахароза, пектин

Effect of NaCl, sucrose and pectin addition on the reductive properties of vegetable and fruit puree

Vladimir V. Kondratenko	¹	nauka@vniitek.ru	 0000-0002-0913-5644
Lubov K. Patsuk	¹	pazuk2016@yandex.ru	 0000-0001-6395-5312
Tatyana Yu. Kondratenko	¹	ktatyana-19@mail.ru	 0000-0001-8237-0774
Tatyana V. Fedosenko	¹	fedosenko0071@gmail.com	 0000-0002-7345-1799
Tatyana V. Nariniyants	¹	fedosenko0071@gmail.com	 0000-0002-7016-3310

¹ VNIITEK – Branch of Gorbato Research Center for Food Systems at RAS, Scholnaya Str., 78, Vidnoye, M.R., 142703, Russia

Abstract. Inclusion of minor components in the formulation of homogeneous food systems should inevitably result in some shift of redox equilibrium under conditions of interaction as "all with all." Chemical nature of components combined with properties of elements of medium chemical composition should determine direction and expression of such displacement. But due to the multicomponent nature of the medium itself and the small initial expression of redox properties for the added components, predicting the resulting properties of the formed food system becomes difficult. The aim of the work was to study the regularities of the influence of neutral minor components on the change of redox properties of homogeneous canned products from vegetable raw materials. Puree-shaped single-component natural canning products (puree) from fruit (apples, plum) and vegetable (pumpkin, carrots) raw materials are taken as research objects. Table salt (NaCl), sucrose and apple pectin were used as minor components. In the obtained canned product, active acidity (pH) and redox potential (Eh) were determined, and the reducing power index (RH) value was calculated. The studies showed that there was no statistically significant effect of NaCl on the redox properties of the food systems studied. There was a statistically significant effect of sucrose on the reducing power index of homogeneous canned puree from plums (in the range up to 18%) and carrots (in the range up to 10%). It has been found that inclusion of pectin in the composition of fruit and vegetable puree does not have a statistically significant effect on the reducing capacity of the product, except for stone fruit puree, for which there was statistically significant single step increase of RH within a weight fraction value of the minor component as 0.61-0.62%. In order to determine the mechanism of such a response, it is necessary to carry out an additional set of targeted studies.

Keywords: reducing power index, canned products, fruit puree, vegetable puree, salt, sucrose, pectin

Для цитирования

Кондратенко В.В., Пацук Л.К., Кондратенко Т.Ю., Федосенко Т.В., Нариниянц Т.В. Влияние введения NaCl, сахарозы и пектина на восстановительные свойства овощных и фруктовых пюре // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 3. С. 137–144. doi:10.20914/2310-1202-2019-3-137-144

For citation

Kondratenko V.V., Patsuk L.K., Kondratenko T.Yu., Fedosenko T.V., Nariniyants T.V. Effect of NaCl, sucrose and pectin addition on the reductive properties of vegetable and fruit puree. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 3. pp. 137–144. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-3-137-144

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Проектирование рецептур пищевых продуктов с учётом механизмов формирования их окислительно-восстановительных свойств представляет интерес на фоне непрерывно ухудшающейся экологической обстановки, увеличения техногенного прессинга на окружающую среду и включения ксенобиотиков техногенной природы в систему круговоротов и пищевых цепей является одним из важных элементов сохранения и профилактики здоровья людей. Наряду с вопросами, связанными с изменением количественных и качественных показателей пищевых продуктов в комбинаторике с входящими в исходные ингредиенты химическими составляющими, их изменения в ходе реализации механических и теплообменных процессов – элементов технологической переработки, – а также процессов, происходящих при дальнейшем хранении, не менее актуальным является вопрос о влиянии минорных компонентов рецептур на изменение окислительно-восстановительных свойств всего продукта [1–3]. Без ответа на данный вопрос невозможно построение полноценной методологии конструирования пищевых продуктов, предусматривающей комплексное решение задачи проектирования рецептуры с учётом всех значащих факторов и их влияния на конечные свойства не только в отношении наличия и соотношения нутрицевтиков и пищевых волокон, но и в отношении создания пищевых систем с гарантированным ингибированием окислительных процессов.

К минорным компонентам относятся пряности, пищевые добавки и др. В силу сложности состава пряностей, а также высокой вариативности технологий их производства на первом этапе целесообразно рассмотреть сравнительно простые и распространённые компоненты – сахарозу, поваренную соль, лимонную кислоту (как представителя пищевых кислот), пектиновые вещества, а также наиболее распространённый антиоксидант – аскорбиновую кислоту.

Поваренная соль – NaCl – один из наиболее распространённых в мире минорных компонентов пищевых продуктов. В химическом плане представляет соль сильной кислоты и сильного основания. Поэтому в растворах диссоциирует практически полностью на катионы Na^+ и анионы Cl^- . В таком состоянии (в чистом однокомпонентном водном растворе) непосредственно окислительных и восстановительных свойств не проявляет. Тем не менее, как отмечают авторы [4], катионы Na^+ при взаимодействии с полисахаридами, имеющими функциональные группы, позволяющие проявлять антиоксидантные (восстановительные) свойства, могут оказывать на последние стабилизирующее и, в отдельных

случаях, усиливающее действие. Однако при этом выраженность и характер влияния находится в тесной зависимости от анионной составляющей. В работе [4] показано, что в сочетании Na^+ с Cl^- активность первого сходит на «нет». Однако, если в сложной многокомпонентной системе, коей является пищевой продукт, будут присутствовать химические составляющие, частично или полностью блокирующие активность анионов Cl^- , то, потенциально, поваренная соль может оказывать некоторое влияние на окислительно-восстановительные свойства пищевых систем, что косвенно подтверждают авторы [5].

Сахароза является одним из распространённых вспомогательных (минорных) компонентов пищевых продуктов. Это природный полисахарид, синтезируемый некоторыми видами растений (сахарная свёкла, сахарный тростник и др.), молекула которого включает в себя два углеводных остатка – глюкозы и фруктозы, – соединённых гликозидной связью, образованной полуацетальными гликозидными группами обоих моносахаридов [6, 7], вследствие чего по природе своей окислительно-восстановительными свойствами не обладает. Однако в кислой среде при повышенной температуре гидролизует с образованием в равных мольных соотношениях молекул глюкозы и фруктозы, которые, в свою очередь, могут проявлять восстановительные свойства. Таким образом, внесение сахарозы в состав пищевого продукта может приводить к некоторому изменению его окислительно-восстановительных свойств.

Пектин – биополимер углеводной природы, основным структурным компонентом которого являются остатки $\alpha\text{-D}(+)$ – галактуроновой кислоты, каждый из которых несёт карбоксильную группу [8]. Полимерная молекулярная цепь пектина имеет сложную структуру.

В нативном виде карбоксильные группы пектина могут находиться как в свободном состоянии, проявляя при этом кислотные свойства, так и в амидированном (при этом частичный заряд группы меняется на противоположный вследствие механизма донорно-акцепторной связи амидного азота по неподелённой электронной паре), а также в этерифицированном метанолом (метоксилированном) [8], при котором заряд кислотной группы инактивируется вследствие образования сложноэфирной связи.

В составе пищевых продуктов его используют в качестве эмульгатора, стабилизатора, желеобразующего агента. Находит широкое применение в функциональном и специализированном питании как энтеросорбент, способный селективно связывать катионы тяжёлых металлов и радионуклидов и выводить их из организма.

Некоторые авторы указывают на антираковую активность пектиновых веществ [9]. В отношении антиоксидантных свойств имеет место полярность мнений разных групп исследователей. Одни [10], ссылаясь на [11], указывают на снижение стабильности аскорбиновой кислоты в присутствии пектина. В то же время другие [12] говорят о наличии у пектина выраженных антиоксидантных свойств.

Принимая во внимание изложенные выше материалы, были сформулированы следующие цели и задачи настоящей работы.

Цель работы – исследовать закономерности влияния минорных компонентов на изменение окислительно-восстановительных свойств гомогенной консервной продукции из растительного сырья.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- исследовать закономерности изменения показателя восстановительной способности в зависимости от массовой доли вносимых минорных компонентов (NaCl, сахароза, лимонная и аскорбиновая кислоты, пектин);

- определить значения массовых долей минорных компонентов, при которых изменения показателя восстановительной способности статистически значимы. Установить направленность изменения.

Материалы и методы

В качестве объектов исследований были взяты:

- пюреобразные мономпонентные натуральные консервы (далее – пюре) из фруктового (яблоко, слива) и овощного (тыква, морковь) сырья, изготовленные на технологическом оборудовании технологического стенда лаборатории консервирования института в соответствии с типовой технологической схемой для натуральных пюреобразных продуктов из соответствующего сырья;

- в качестве минорных компонентов использовали соль поваренную (NaCl), сахарозу и яблочный пектин.

В готовой консервной продукции определяли активную кислотность (pH) по [13], а также – окислительно-восстановительный потенциал (Eh) по [14]. Показатель восстановительной способности (RH) рассчитывали по оригинальной методике [1–3].

При проведении исследований использовано общедоступное лабораторное оборудование – цифровые pH-метры Эксперт-001–01, укомплектованные комбинированным одноключевым электродом ЭСП 10605/7 и лабораторным комбинированным редокс-электродом ЭРП-105.

Математическую обработку и моделирование проводили с использованием табличного процессора Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation) с установленными надстройками «Анализ данных»,

«Поиск решения» и «Подбор параметра», а также специализированного программного обеспечения – TableCurve 2D v. 5.01 (SYSTAT Software Inc.).

До начала математической обработки отсеивали статистически ненадежные экспериментальные данные в повторностях по существующим методикам [15, 16].

Аппроксимацию экспериментальных данных осуществляли при следующих параметрах опции «TableCurve 2D Fitting Controls» программы TableCurve 2D v. 5.01:

- процедура линейной аппроксимации – сингулярным разложением (Singular Value Decomposition);

- уровень робастности (устойчивости) нелинейной аппроксимации – высокий (Pearson VII Lim), с минимизацией по натуральному логарифму квадратного корня из (1 + остаток в квадрате).

Результаты и обсуждение

На основании массива данных, полученного в ходе проведения исследований влияния массовой доли NaCl на показатель восстановительной способности фруктовых и овощных пюре, были определены математические зависимости, адекватно аппроксимирующие результаты экспериментов:

- для пюре из яблок

$$RH = (a - b) \cdot \exp(-c \cdot \omega_{NaCl}) + b,$$

где RH – показатель восстановительной способности, ед.; ω_{NaCl} – массовая доля NaCl, %; a , b и c – коэффициенты;

- для пюре из моркови

$$RH = a + b \cdot \exp \left[-\exp \left(-\frac{\omega_{NaCl} - c}{d} \right) - \frac{\omega_{NaCl} - c}{d} + 1 \right]$$

где d – коэффициент;

- для пюре из тыквы

$$RH = \sqrt{\frac{a + c \cdot \omega_{NaCl}^2}{a + b \cdot \omega_{NaCl}^2}}.$$

Значения констант и коэффициентов полученных зависимостей приведены в таблице 1.

Несмотря на адекватную аппроксимацию средних значений экспериментальных данных по повторностям, сравнительный анализ полученных зависимостей показал практически полное отсутствие влияния массовой доли минорного компонента на функцию отклика в пределах погрешности полученных значений (рисунок 1).

Таблица 1.
Параметры математического описания влияния
NaCl на пюре из яблок, моркови и тыквы

Table 1.
Parameters of mathematical description for influence
of NaCl to apple, carrot and pumpkin puree

Пюре Puree	Константа и коэффициенты Constant and coefficients			
	a	b	c	d
Яблоко Apple	8.868	7.739	8.184	—
Морковь Carrot	9.984	-2.926	0.191	0.149
Тыква Pumpkin	113.579	2.616	473.079	—

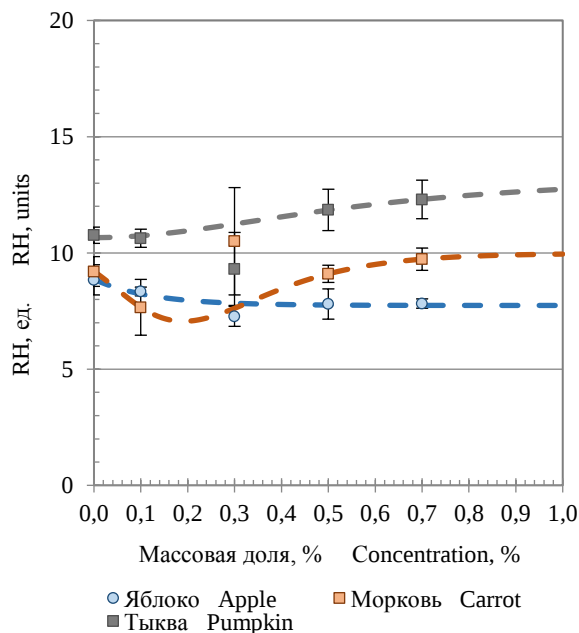


Рисунок 1. Влияние NaCl на показатель восстановительной способности фруктовых и овощных пюре

Figure 1. Effect of NaCl on the reducing power index of fruit and vegetable puree

Имело место некоторое уменьшение целевого показателя при малых значениях массовой доли NaCl в отношении пюре из моркови с дальнейшим возвратом к первоначальному значению. Однако, предположительно, данная флуктуация представляет собой статистический артефакт и не может быть принята во внимание.

Полученные результаты косвенно указывают на отсутствие в исследованных пищевых системах химических компонентов, имеющих конкурентное сродство к моновалентным катионам металлов, либо — анионам галогенов.

При добавлении в пищевые системы сахарозы было отмечено наличие некоторой динамики целевого показателя в зависимости от массовой доли минорного компонента.

Были определены математические зависимости, адекватно аппроксимирующие экспериментальные данные влияния сахарозы на показатель восстановительной способности фруктовых и овощных пюре:

— для пюре из яблок

$$RH = \frac{1}{2} \cdot a \cdot \left[1 + \operatorname{erf} \left(\frac{\omega_{\text{sugar}} - b}{c \cdot \sqrt{2}} \right) \right]$$

где ω_{sugar} — массовая доля сахарозы, %;

— для пюре из сливы

$$RH = a + \frac{4 \cdot b \cdot \omega_{\text{sugar}}^{-d-1} \cdot c^{d+1} \cdot d^2}{(d-1 + \omega_{\text{sugar}}^{-d} \cdot c^d \cdot d^{d+1})^2};$$

— для пюре из моркови

$$RH = a + \frac{b}{1 + \exp \left(-\frac{\omega_{\text{sugar}} - c}{d} \right)}.$$

Значения констант и коэффициентов полученных зависимостей приведены в таблице 2.

Анализ полученных зависимостей показал, что сахароза в качестве минорного компонента оказывает статистически значимое влияние на показатель восстановительной способности при внесении в рецептуру морковного и сливового пюре (рисунок 2). Причём в случае с морковным пюре зависимость носит одноступенчатый сигмоидальный характер с переходом в сторону увеличения при увеличении массовой доли минорного компонента. Тогда как в случае со сливой первоначальное увеличение достигает своего максимума при значении массовой доли сахарозы 9% с последующим монотонным снижением практически до исходного значения. В то же время изменение целевого показателя при внесении сахарозы в яблочное пюре характеризуется как статистически незначительное на всей экспериментально заданной области определения независимого показателя.

Таблица 2.
Параметры математического описания влияния
сахарозы на пюре из яблок, слив и моркови

Table 2.
Parameters of mathematical description for
influence of sucrose to apple, plum and carrot puree

Пюре Puree	Константа и коэффициенты Constant and coefficients			
	a	b	c	d
Яблоко Apple	10.931	-9.095	10.379	—
Слива Plum	8.840	4.607	8.890	2.315
Тыква Pumpkin	9.169	2.492	10.000	2.283

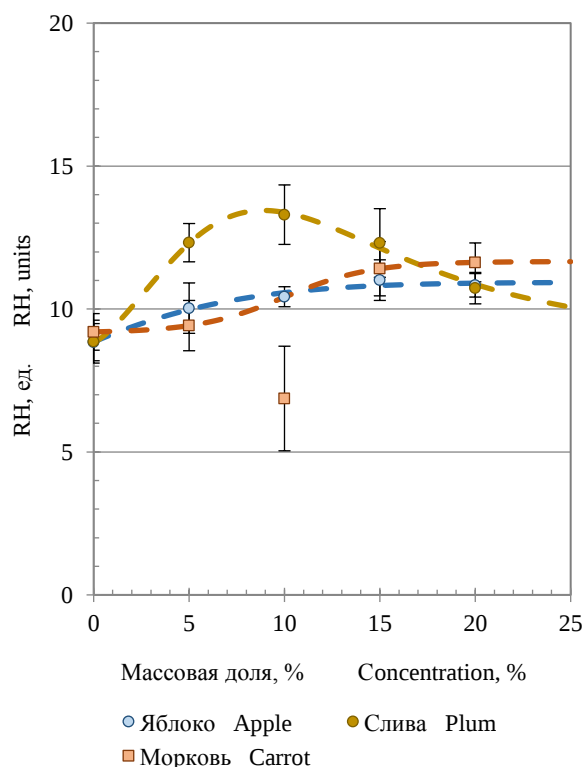


Рисунок 2. Влияние сахарозы на показатель восстановительной способности фруктовых и овощных пюре

Figure 2. Effect of sucrose on the reducing power index of fruit and vegetable puree

При этом особенностью сахарозы как компонента окислительно-восстановительной системы является практически полная её индифферентность к участию в целевых процессах в силу отсутствия гликозидного гидроксила в молекуле, вследствие чего циклическая форма не может раскрываться и переходить в альдегидную. Последнее характерно для моносахаридов и гипотетически могло бы иметь место вследствие инверсии сахарозы до редуцирующих углеводов. Однако в этом случае, при прочих равных условиях, одновременно имела бы место и некоторая зависимость целевого показателя от активной кислотности среды в сторону увеличения от слабокислой тыквы к кислым яблокам, чего, однако, не наблюдалось. В этой связи для выяснения механизма подобного отклика необходимо проведение дополнительных исследований.

При добавлении пектина ожидаемо изменялись реологические свойства пищевых систем. Для определения влияния яблочного пектина на показатель восстановительной способности фруктовых и овощных пюре были определены математические зависимости, адекватно аппроксимирующие экспериментальные данные:

— для пюре из яблок

$$RH = \frac{a + c \cdot \omega_{pect}^2}{1 + b \cdot \omega_{pect}^2 + d \cdot \omega_{pect}^4},$$

где ω_{pect} – массовая доля яблочного пектина, %;

— для пюре из слив

$$RH = a + b \cdot \exp \left[-\exp \left(-\frac{\omega_{pect}}{d} + \frac{d \cdot \ln[\ln(2)] + c}{d} \right) \right],$$

— для пюре из моркови

$$RH = (a - b) \cdot \exp(-c \cdot \omega_{pect}) + b,$$

— для пюре из тыквы

$$RH = \frac{a + c \cdot \omega_{pect}^2}{1 + b \cdot \omega_{pect}^2},$$

Значения констант и коэффициентов полученных зависимостей приведены в таблице 3.

На основании анализа полученных зависимостей установлена особенность влияния пектина на показатель восстановительной способности пюреобразных пищевых систем (рисунок 3). Практически для всех исследованных видов сырья как само внесение данного минорного компонента, так и дальнейшее увеличение его массовой доли в продукте практически не оказывало сколько-нибудь статистически существенного влияния на целевой показатель.

Таблица 3.

Параметры математического описания влияния яблочного пектина на пюре из яблок, слив, моркови и тыквы

Table 3.

Parameters of mathematical description for influence of apple pectin to apple, plum, carrot and pumpkin puree

Пюре Puree	Константа и коэффициенты Constant and coefficients			
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Яблоко Apple	8.840	2165.28	21234.8	20.201
Слива Plum	8.766	2.559	0.581	0.190
Морковь Carrot	9.196	9.751	2.654	–
Тыква Pumpkin	10.760	1.794	22.318	–

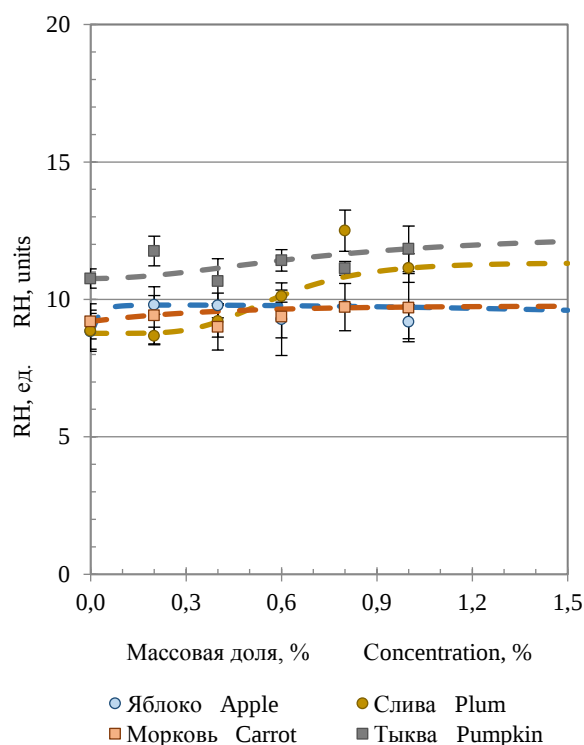


Рисунок 3. Влияние яблочного пектина на показатель восстановительной способности фруктовых и овощных пюре

Figure 3. Effect of apple pectin on the reducing power index of fruit and vegetable puree

Исключение составил вариант со сливовым пюре, где отмечено небольшое, но статистически значимое однократное ступенчатое увеличение показателя восстановительной способности с переходом, соответствующим массовой доле пектиновых веществ 0,61–0,62%, что хорошо согласуется с результатами [17] о влиянии вносимых полигликанов, получаемых из свекловичного жома, на восстановительную способность фруктовых пюре. Тогда в качестве среды выступало персиковое пюре. Вероятно,

это особенность влияния пектиновых веществ на показатель восстановительной способности характерна для пюреобразных продуктов на основе косточковых фруктов.

Причём вид пектина (точнее – сырья, из которого он был получен), предположительно, существенного значения не имеет. Для получения однозначного ответа необходим дальнейший набор статистики.

Заключение

При проведении исследований были получены следующие результаты:

- установлено отсутствие статистически значимого влияния NaCl на окислительно-восстановительные свойства исследованных пищевых систем;

- установлено наличие статистически значимого влияния сахарозы на показатель восстановительной способности пюре из слив и моркови. В первом случае динамика целевого показателя имеет место до достижения массовой доли компонента в продукте 18%, тогда как во втором – 10%. Для выяснения механизма подобного отклика необходимо проведение дополнительного комплекса целевых исследований;

- внесение пектина в состав фруктовых и овощных пюре не оказывает статистически значимого влияния на показатель восстановительной способности продукта за исключением пюре из косточковых фруктов, для которых отмечено общее свойство разового ступенчатого, но статистически значимого увеличения RH при массовой доле компонента 0,61–0,62%.

Для определения численных значений долей участия исследованных минорных компонентов в совокупности с химическими составляющими сырья в формировании динамики показателя восстановительной способности необходим набор дополнительной статистики.

Литература

- 1 Кондратенко В.В., Костылёв А.С., Пацок Л.К., Федосенко Т.В. и др. Особенности формирования восстановительного потенциала гомогенных фруктовых и овощных продуктов в процессе производства // Научные труды СКФНЦСВВ. 2018. Т.21. С. 196–202.
- 2 Костылёв А.С., Аникина А.М., Кондратенко В.В., Кондратенко Т.Ю. и др. Особенности формирования восстановительных свойств натуральных многокомпонентных продуктов из плодоовощного сырья // 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. 2016. С. 173–180.
- 3 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. 2017. С. 167–174.
- 4 Burg A., Oshrat L.O. Salt Effect on the Antioxidant Activity of Red Microalgal Sulfated Pjkysacharides in Soy-Dean Formula // Mar. Drugs. 2015. V. 13. P. 6425–6439.
- 5 Tunieva E.K., Kotenkova E.A. The study on effect of sodium chloride on the antioxidant activity of meet // Foods and raw Mathetials. 2017. V. 5. № 2. P. 105–111.

- 6 Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Пищевая химия; 6-е изд., стер. под ред. А.П. Нечаева. СПб.: ГИОРД, 2015. 672 с.
- 7 Werner W. Le Sucre. URL: <https://tice.ac-montpellier.fr/ABCDORGA/Famille/Produit/LESUCRE.html>
- 8 Mohnen D. Pectin structure and biosynthesis // Current Opinion in Plant Biology. 2008. V. 11. P. 266–277.
- 9 Leclerc L., Van Cutsem P., Michiels C. Anti-cancer activities of pH – or heat-modified pectin. Front. Pharmacol. 2013. V. 4. doi: 10.3389/fphar.2013.00128
- 10 Инюкина Т.А., Горб С.С., Класнер Г.Г. Конструирование напитков для лечебно-профилактического питания работников // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2016. Т. 1. № 3. С. 201–209.
- 11 Носов А.М. Лекарственные растения Краснодарского края. Краснодар: Советская Кубань, 1997. 352 с.
- 12 Донченко Л.В., Фирсов Г.Г. Пектин: основные свойства, производство и применение. Москва: ДеЛи принт, 2007. 276 с.
- 13 Fernandes A.G., dos Santos G.M., da Silva D.S., de Sousa P.H.M. et al. Chemical and physicochemical characteristics changes during passion fruit juice processing // Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas. 2011. V. 31. № 3. P.747–751.
- 14 Кондратенко В.В., Костылев А.С., Кондратенко Т.Ю., Пацюк Л.К. и др. Исследование динамики показателя восстановительного потенциала гомогенных фруктовых консервов в процессе хранения // Новые технологии. 2018. № 4. С. 43–55.
- 15 Руськина А.А., Попова Н.В., Руськин Д.В. Модификация крахмала с помощью ультразвукового воздействия как инструмент изменения его технологических характеристик // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2018. Т. 6. № 1. С. 69–76. doi: 10.14529/food180108
- 16 Seltman Y.J. Experimental Design and Analysis. 2014. 414 p.
- 17 Царёва М.А., Кондратенко В.В., Кондратенко Т.Ю., Давыдова А.Ю. и др. О влиянии пектина на реологические характеристики и восстановительную способность фруктового пюре // Новые технологии. 2018. № 4. С. 85–95.

References

- 1 Kondratenko V.V., Kostilyov A.S., Patsuk L.K., Fedosenko T.V., Nariniyants T.V. Peculiarities of formation the recovery potential of homogeneous fruit and vegetable products during production. Scientific works of SKFNTSSVV. 2018. vol. 21. pp. 196–202. (in Russian).
- 2 Kostilyov A.S., Anikina A.M., Kondratenko V.V., Kondratenko T.Yu. et al. Peculiarities of formation the reducing properties of natural multicomponent products from fruit and vegetable raw materials. Modern Approaches to Obtaining and Processing of Agricultural Products – Guarantee of Food Independence of Russia: Materials of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences. Moscow, 2016. pp. 173–180. (in Russian).
- 3 Kostilyov A.S., Kondratenko V.V. Peculiarities of formation the reducing potential of natural multicomponent puree food products from vegetable raw materials. Food systems: theory, methodology, practice: Materials of the XI International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences. Moscow, 2017. pp. 167–174. (in Russian).
- 4 Burg A., Oshrat L.O. Salt Effect on the Antioxidant Activity of Red Microalgal Sulfated Pjkysacharides in Soy-Dean Formula. Mar. Drugs. 2015. vol. 13. pp. 6425–6439.
- 5 Tunieva E.K., Kotenkova E.A. The study on effect of sodium chloride on the antioxidant activity of meet. Foods and raw Mathetials. 2017. vol. 5. no. 2. pp. 105–111.
- 6 Nechaev A.P., Trautenberg S.E., Kochetkova A.A. et al. Food chemistry. St. Petersburg, GIORD, 2015. 672 p. (in Russian).
- 7 Werner W. Le Sucre. Available at: <https://tice.ac-montpellier.fr/ABCDORGA/Famille/Produit/LESUCRE.html>
- 8 Mohnen D. Pectin structure and biosynthesis. Current Opinion in Plant Biology. 2008. vol. 11. pp. 266–277.
- 9 Leclerc L., Van Cutsem P., Michiels C. Anti-cancer activities of pH – or heat-modified pectin. Front. Pharmacol. 2013. vol. 4. doi: 10.3389/fphar.2013.00128
- 10 Inyukina T.A., Gorb S.S., Klasner G.G. Design of beverages for medical and preventive nutrition of employees. International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2016. vol. 1. no. 3. pp. 201–209. (in Russian).
- 11 Nosov A.M. Medicinal Plants of Krasnodar Area. Krasnodar, Sovetskaya Kuban', 1997. 352 p. (in Russian).
- 12 Donchenko L.V., Firsov G.G. Pectin: basic properties, production and application. Moscow, DeLi print, 2007. 276 p. (in Russian).
- 13 Fernandes A.G., dos Santos G.M., da Silva D.S., de Sousa P.H.M. et al. Chemical and physicochemical characteristics changes during passion fruit juice processing. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas. 2011. vol. 31. no. 3. pp.747–751.
- 14 Kondratenko V.V., Kostilyov A.S., Kondratenko T.Yu., Patsuk L.K. et al. Study of the dynamics for the recovery potential index of homogeneous fruit preserves during storage. New Technologies. 2018. vol. 4. pp. 43–55. (in Russian).
- 15 Ruskina A.A., Popova N.V., Ruskin D.V. Modification of starch using ultrasonic treatment as a tool for changing its technological characteristics. Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnologies. 2018. vol. 6. no. 1. pp. 69–76. doi: 10.14529/food180108 (in Russian).
- 16 Seltman Y.J. Experimental Design and Analysis. 2014. 414 p.
- 17 Tsaryova M.A., Kondratenko V.V., Kondratenko T.Yu., Davydova A.Yu. et al. On the Influence of Pectin on Rheological Characteristics and Restorative Ability of Fruit Puree. New Technologies. vol. 4. pp. 85–95. (in Russian).

Сведения об авторах

Владимир В. Кондратенко к.т.н., доцент, зам. директора по научной работе, ВНИИТеК – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, МО, 142703, Россия, nauka@vniitek.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0913-5644>

Любовь К. Пацюк ведущий научный сотрудник, Лаборатория технологии консервирования, ВНИИТеК – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, МО, 142703, Россия, pazuk2016@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6395-5312>

Татьяна Ю. Кондратенко научный сотрудник, Лаборатория технологии консервирования, ВНИИТеК – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, МО, 142703, Россия, ktatyana-19@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-8237-0774>

Татьяна В. Федосенко аспирант, лаборатория технологии консервирования, ВНИИТеК – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, МО, 142703, Россия, fedosenko0071@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7345-1799>

Татьяна В. Нариниянц научный сотрудник, лаборатория технологии консервирования, ВНИИТеК – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, МО, 142703, Россия, fedosenko0071@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7016-3310>

Вклад авторов

Владимир В. Кондратенко консультация в ходе исследования

Любовь К. Пацюк обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Татьяна Ю. Кондратенко написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Татьяна В. Федосенко обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Татьяна В. Нариниянц предложила методику проведения эксперимента

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Vladimir V. Kondratenko Cand. Sci. (Engin.), associate professor, deputy director for research, Russian Research Institute of Canning Technology – branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS, Scholnaya Str., 78, Vidnoye, M.R., 142703, Russia, nauka@vniitek.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0913-5644>

Lubov K. Patsuk senior researcher, laboratory of canning technology, Russian Research Institute of Canning Technology – branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS, Scholnaya Str., 78, Vidnoye, M.R., 142703, Russia, pazuk2016@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6395-5312>

Tatyana Yu. Kondratenko researcher, laboratory of canning technology, Russian Research Institute of Canning Technology – branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS, Scholnaya Str., 78, Vidnoye, M.R., 142703, Russia, ktatyana-19@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-8237-0774>

Tatyana V. Fedosenko graduate student, junior researcher, laboratory of canning technology, Russian Research Institute of Canning Technology – branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS, Scholnaya Str., 78, Vidnoye, M.R., 142703, Russia, fedosenko0071@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7345-1799>

Tatyana V. Nariniyants researcher, laboratory of canning technology, Russian Research Institute of Canning Technology – branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS, Scholnaya Str., 78, Vidnoye, M.R., 142703, Russia, fedosenko0071@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7016-3310>

Contribution

Vladimir V. Kondratenko consultation during the study

Lubov K. Patsuk review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Tatyana Yu. Kondratenko wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Tatyana V. Fedosenko review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Tatyana V. Nariniyants proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 22/07/2019	После редакции 02/08/2019	Принята в печать 12/08/2019
Received 22/07/2019	Accepted in revised 02/08/2019	Accepted 12/08/2019