




## Изменение окислительно-восстановительных свойств консервной продукции в результате введения лимонной и аскорбиновой кислоты

Владимир В. Кондратенко	<sup>1</sup>	<a href="mailto:nauka@vniitek.ru">nauka@vniitek.ru</a>	 0000-0002-0913-5644
Любовь К. Пацюк	<sup>1</sup>	<a href="mailto:pazuk2016@ya.ru">pazuk2016@ya.ru</a>	 0000-0001-6395-5312
Татьяна В. Федосенко	<sup>1</sup>	<a href="mailto:fedosenko0071@gmail.com">fedosenko0071@gmail.com</a>	 0000-0002-7345-1799
Мария А. Царёва	<sup>1</sup>	<a href="mailto:tsareva@vniitek.ru">tsareva@vniitek.ru</a>	 0000-0002-4862-3667
Евгения А. Медведева	<sup>1</sup>	<a href="mailto:fedosenko0071@gmail.com">fedosenko0071@gmail.com</a>	 0000-0003-3926-3548

<sup>1</sup> ВНИИТеК – филиал «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, М.О., 142703, Россия

**Аннотация.** Представлены результаты исследований влияния массовой доли внесённой лимонной и аскорбиновой кислот на показатель восстановительной способности фруктового пюре на примере яблочного, сливового, тыквенного и морковного. Массовую долю минорных компонентов варьировали в пределах от 0 до 0,8 % для лимонной кислоты и от 0 до 120 мг в 100 г для аскорбиновой кислоты. В готовой консервной продукции определяли активную кислотность (pH) и окислительно-восстановительный потенциал (Eh), на основании которых по оригинальной методике рассчитывали показатель восстановительной способности (RH). Установлено наличие статистически значимого влияния массовой доли вносимой лимонной кислоты на показатель восстановительной способности пюре из овощей. Однако направленность эффекта для морковного и тыквенного пюре была противоположной. При этом положительное влияние отмечено только в варианте с тыквенным пюре, для которого динамика целевого показателя имела место до достижения массовой доли минорного компонента в продукте 0,1 %. Установлена целесообразность внесения аскорбиновой кислоты в тыквенное и фруктовые пюре с целью положительной коррекции показателя восстановительной способности с массовой долей не более 70-80 мг на 100 г продукта, поскольку при дальнейшем увеличении массовой доли данного компонента зависимость «массовая доля – RH» демонстрирует тенденцию перехода в зону плато. По аналогичной причине максимально эффективная с точки зрения влияния на восстановительные свойства морковного пюре массовая доля аскорбиновой кислоты составляет 15-20 мг на 100 г продукта.

**Ключевые слова:** окислительно-восстановительные свойства, консервная продукция, фруктовое пюре, овощное пюре, лимонная кислота, аскорбиновая кислота

## Redox properties' changing in canned products as an effect of citric and ascorbic acids' addition

Vladimir V. Kondratenko	<sup>1</sup>	<a href="mailto:nauka@vniitek.ru">nauka@vniitek.ru</a>	 0000-0002-0913-5644
Lubov K. Patsuk	<sup>1</sup>	<a href="mailto:pazuk2016@ya.ru">pazuk2016@ya.ru</a>	 0000-0001-6395-5312
Tatyana V. Fedosenko	<sup>1</sup>	<a href="mailto:fedosenko0071@gmail.com">fedosenko0071@gmail.com</a>	 0000-0002-7345-1799
Mariya A. Tsaryova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:tsareva@vniitek.ru">tsareva@vniitek.ru</a>	 0000-0002-4862-3667
Eugeniya A. Medvedeva	<sup>1</sup>	<a href="mailto:fedosenko0071@gmail.com">fedosenko0071@gmail.com</a>	 0000-0003-3926-3548

<sup>1</sup> VNIITEK – branch of Gorbato Research Center for Food Systems at RAS, Scholnaya Str., 78, Vidnoye, M.R., 142703, Russia

**Abstract.** Presents the results of investigation for influence of citric and ascorbic acids added to puree from apple, plum, carrot and pumpkin on the reducing capacity index. The concentration of the minor component was varied from 0 to 0.8% for citric acid and from 0 to 120 mg in 100 g for ascorbic acid. Active acidity (pH) and the redox potential (Eh) were determined in the finished products. The reducing capacity index (RH) was calculated by the original method. The presence of a statistically significant effect for the mass fraction of citric acid added to vegetables puree on the reducing capacity index was established. However, the effects for the carrot and pumpkin puree were the opposite. Positive effect was observed for pumpkin puree only, where the target dynamic was occurred until the mass fraction of the minor components in the product become up to 0.1%. The expediency of ascorbic acid addition to pumpkin and fruit puree for positive correction of the reducing capacity index with concentration up to 70-80 mg per 100 g of product was obtained. Further increase in concentration showed a tendency to transfer plateau area in relationship "concentration - RH". For the same reason the maximum effective from the viewpoint of influence on reducing properties of carrot puree mass fraction of ascorbic acid was 15-20 mg per 100 g product.

**Keywords:** redox properties, canned products, fruit puree, vegetable puree, citric acid, ascorbic acid

### Введение

Качество пищевых продуктов и степень их положительного влияния на организм человека определяются совокупностью большого числа факторов, среди которых немаловажную роль

играет компонентный состав и, как следствие, формы отдельных химических составляющих, имеющих нативный функциональный потенциал. При этом в процессе технологической обработки сырья и неизбежного разрушения исходной структуры его тканей закономерно инициируется

### Для цитирования

Кондратенко В.В., Пацюк Л.К., Федосенко Т.В., Царёва М.А., Медведева Е.А. Изменение окислительно-восстановительных свойств консервной продукции в результате введения лимонной и аскорбиновой кислоты // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 153–154. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-153-154

### For citation

Kondratenko V.V., Patsuk L.K., Fedosenko T.V., Tsaryova M.A., Medvedeva E.A. Redox properties' changing in canned products as an effect of citric and ascorbic acids' addition. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 153–154. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-153-154

комплекс химических реакций по принципу «всё со всем», приводящий в итоге к трансформации функциональных свойств получаемого продукта. Одним из ключевых факторов, определяющих, в какую сторону будет происходить данная трансформация, являются окислительно-восстановительные свойства продукта: если в среде присутствует некоторое количество минорных компонентов, нативно обладающих восстановительными свойствами, а в среде превалируют окислительные процессы, то такие компоненты неизбежно подвергаются окислению, утрачивая целевые свойства. В среде с превалирующими восстановительными процессами данные компоненты свои свойства сохраняют и тем в большей степени, чем более выраженными восстановительными свойствами будет обладать продукт [1–3]. В силу того что большинство активных функциональных компонентов проявляют свои свойства в качестве восстановителей, в работах [1–3] предложено оценивать окислительно-восстановительные свойства анализируемой системы по показателю восстановительной способности (RH), априори полагая задачу превалирования восстановительных свойств как целевую.

При ограниченном нативном потенциале формирования показателя восстановительной способности, но преимущественно с целью коррекции органолептических и / или функциональных свойств продукта, создания условий для повышения его микробиологической безопасности в рецептуру включают минорные компоненты – сопутствующие рецептурные компоненты, задаваемая концентрация которых мала по сравнению с концентрациями основных компонентов. К таковым относятся пряности, пищевые добавки, корректоры кислотности и т. п. Особый интерес представляют органические кислоты – лимонная и аскорбиновая, – способные смещать состояние системы в сторону усиления восстановительных свойств.

Лимонная кислота составляет до 60% от совокупного количества всех органических кислот, используемых при производстве пищевых продуктов [4]. В основном её используют в качестве подкислителя для снижения активной кислотности продукта до  $pH < 4,2$ , а также (в комбинации с собственными солями) для стабилизации pH продукта в процессе переработки за счёт придания ему буферных свойств [5]. Она представляет собой трёхосновную карбоновую кислоту: в структуру её молекулы входит три карбоксильные группы и одна гидроксильная.

В водном растворе диссоциирует ступенчато: карбоксильная группа, ближайшая к гидроксильной, диссоциирует первой, за ней следуют карбоксильные группы, располагающиеся на концах углеродного скелета. Последней диссоциирует гидроксильная группа [5]. Как и для всех карбоновых кислот, лимонной кислоте характерна способность в определённых условиях восстанавливаться до спиртов. Таким образом, будучи введена в рецептуру пищевого продукта, как следствие, теоретически может приводить к некоторому изменению его окислительно-восстановительных свойств.

Аскорбиновая кислота – один из исключительно высоколабильных компонентов пищевых продуктов, легко подвергающихся окислению (в том числе ферментативному и радикалами), термической деградации [5–7]. Легко вступает в окислительно-восстановительные реакции с кислородом воздуха, металлами с переменной валентностью, свободными радикалами и прочим окислителями [8]. В рецептуру пищевых продуктов аскорбиновую кислоту вводят для предотвращения потемнения фруктов и овощей, стабилизации цвета мяса и мясопродуктов, а также ингибирования окислительных процессов [5]. Аскорбиновая кислота обладает выраженным потенциалом смещения окислительно-восстановительного равновесия в системе при введении в состав пищевого продукта в сторону восстановления.

**Цель работы** – исследовать закономерности влияния лимонной и аскорбиновой кислот на изменение окислительно-восстановительных свойств гомогенной консервной продукции из растительного сырья.

### Материалы и методы

В качестве объектов исследований использовали пюреобразные монокомпонентные натуральные консервы (далее – пюре) из фруктового (яблоки, слива) и овощного (тыква, морковь) сырья, изготовленные на технологическом оборудовании Технологического стенда лаборатории технологии консервирования в соответствии с типовой технологической схемой для натуральных пюреобразных продуктов из соответствующего сырья; в качестве минорных компонентов использовали лимонную и аскорбиновую кислоту.

В готовой консервной продукции определяли активную кислотность (pH) по [9], а также – окислительно-восстановительный потенциал (Eh) по [10]. Показатель восстановительной способности (RH) рассчитывали по оригинальной методике [2, 3].

При проведении исследований использовали pH-метры цифровые 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.).

### Результаты и обсуждение

На основании обработки массива данных, полученных в ходе проведения исследований, определены математические зависимости, адекватно аппроксимирующие экспериментальные данные влияния лимонной кислоты на показатель восстановительной способности фруктовых и овощных пюре:

- для пюре из яблок, сливы и тыквы искомые зависимости описывались одним уравнением

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

где  $\omega_{citr}$  – массовая доля лимонной кислоты, %;

- для пюре из моркови искомые зависимости описывались одним уравнением

$$RH = a + 4 \cdot b \cdot \exp\left(-\frac{\omega_{citr} - c}{d}\right) \times \left[1 - \exp\left(-\frac{\omega_{citr} - c}{d}\right)\right].$$

Значения констант и коэффициентов полученных зависимостей приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Параметры математического описания влияния лимонной кислоты на пюре из яблок, сливы, моркови и тыквы

Table 1.

The parameters of the mathematical description for citric acid effect on puree from apples, plums, carrots, pumpkin

Пюре Puree	Константы и коэффициенты Constants and coefficients			
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Яблоко Apple	8,840	1398,39	12747,46	–
Слива Plum	8,860	5204,52	51274,90	–
Морковь Carrot	9,336	-3,509	-0,0025	0,255
Тыква Pumpkin	10,762	5357,64	73216,95	–

Анализ полученных результатов показал, что общая картина отклика показателя восстановительной способности в результате внесения

лимонной кислоты существенно отличается для пюреобразных консервов из фруктового и овощного сырья (рисунок 1). При этом для фруктового сырья целевой показатель не проявил сколько-нибудь статистически существенного отклика на изменение массовой доли лимонной кислоты, тогда как для овощных продуктов данный отклик имел место и был статистически значим. Установленный факт неплохо согласуется с данными о нативной массовой доле органических кислот в составе исходного сырья – для корнеплодов и бахчевых овощей оно минимально, в противоположность косточковым и семечковым фруктам. При этом в целом имеет место различие в динамиках целевого показателя в зависимости от вида сырья.

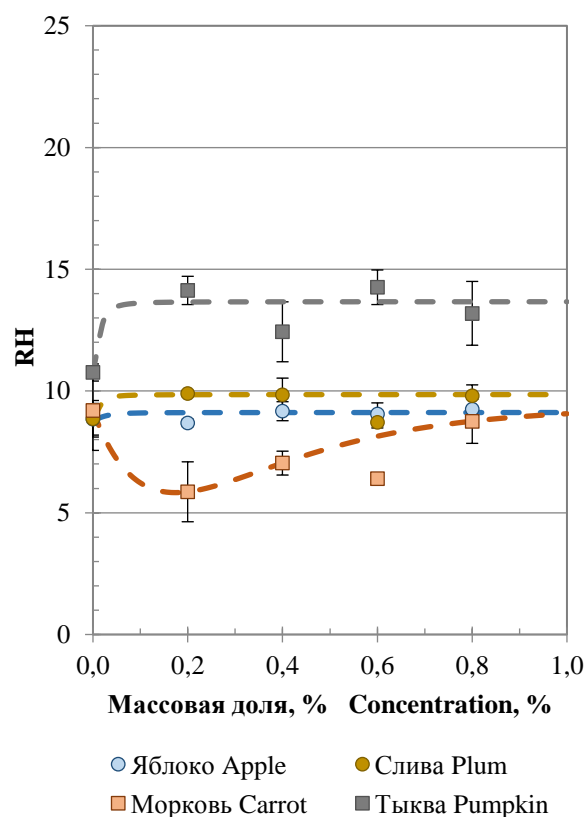


Рисунок 1. Влияние лимонной кислоты на показатель восстановительной способности фруктовых и овощных пюре

Figure 1. Effect of citric acid on the reducing capacity index for fruit and vegetable purees

Для тыквенного пюре констатировали разовое ступенчатое увеличение показателя восстановительной способности уже при массовой доле лимонной кислоты 0,1% с дальнейшей стабилизацией его уровня, тогда как в составе пюре из корнеплодов внесение лимонной кислоты способствует, наоборот, некоторому уменьшению целевого показателя при достижении минимума при массовой доле минорного

компонента 0,2% с последующим монотонным возвращением к исходному значению при дальнейшем увеличении массовой доли кислоты. Предположительно, в последнем случае это может быть связано с вовлечением минорного компонента в гидролитический процесс с образованием продуктов, обладающих выраженными окислительными свойствами, накопление которых приводило к уменьшению гидролитической способности (активности карбоксильных групп) лимонной кислоты и дальнейшим изменениям, связанным с инактивацией окислительных свойств.

Анализ результатов определения математической зависимости, адекватно аппроксимирующей экспериментальные данные влияния аскорбиновой кислоты на показатель восстановительной способности фруктовых и овощных пюре, показал единство её математического описания для пюре из сливы, моркови и тыквы

$$RH = a + b \cdot [1 - \exp(-c \cdot \omega_{asc})],$$

где  $\omega_{asc}$  – массовая доля аскорбиновой кислоты, мг в 100 г продукта.

Для пюре из яблок искомая зависимость имела вид

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

Значения констант и коэффициентов полученных зависимостей приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Параметры математического описания влияния аскорбиновой кислоты на пюре из яблок, сливы, моркови и тыквы

Table 2.

The parameters of the mathematical description for ascorbic acid effect on puree from apples, plums, carrots, pumpkin

Пюре Puree	Константы и коэффициенты Constants and coefficients		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Яблоко Apple	8,833	0,002	0,032
Слива Plum	8,849	6,905	0,039
Морковь Carrot	9,200	5,074	0,160
Тыква Pumpkin	10,760	7,773	0,045

Внесение в исследуемые пищевые системы аскорбиновой кислоты ожидаемо приводило к увеличению показателя их восстановительной способности (рисунок 2). При этом визуально характер зависимости отклика целевого показателя от массовой доли минорного компонента

был един для всех исследованных вариантов – при увеличении массовой доли показатель восстановительной способности демонстрировал тенденцию к увеличению до момента перехода в зону плато, при котором дальнейшее увеличение массовой доли эффекта не оказывало.

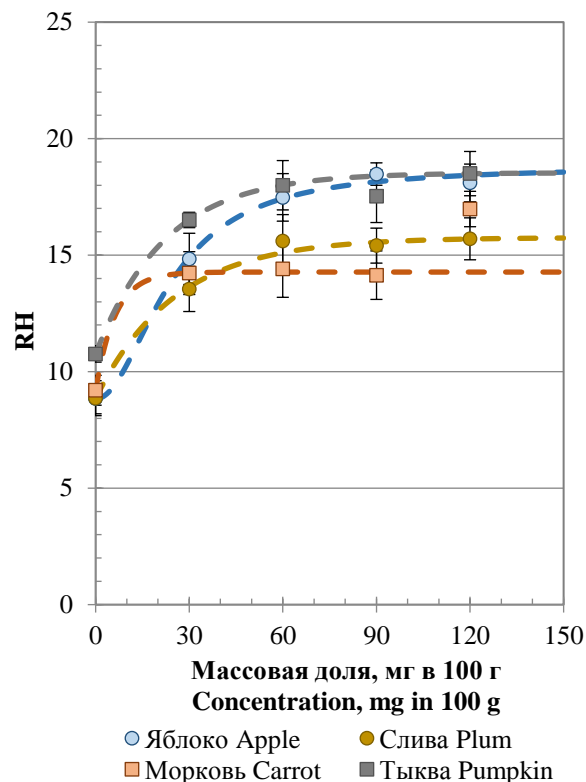


Рисунок 2. Влияние аскорбиновой кислоты на показатель восстановительной способности фруктовых и овощных пюре

Figure 2. Effect of ascorbic acid on the reducing capacity index for fruit and vegetable purees

Для фруктовых и тыквенного пюре это пороговое значение массовой доли отмечено в пределах 70–80 мг на 100 г продукта, тогда как для тыквенного пюре переход в зону плато происходил при массовой доле аскорбиновой кислоты 15–20 мг на 100 г продукта. Примечательна близость конечных значений целевого показателя (в интервале области определения экспериментальных значений независимой переменной) для пюре из яблок и тыквы, а также из сливы и моркови, что плохо коррелирует со значениями показателя у исходных пюре.

### Заключение

В результате проведённых исследований были сделаны следующие выводы:

— установлено наличие статистически значимого влияния массой доли вносимой лимонной кислоты на показатель восстановительной способности пюре из овощей.

При этом положительное влияние отмечено только в варианте с тыквенным пюре, для которого динамика целевого показателя имела место до достижения массовой доли минорного компонента в продукте 0,1%;

— установлена целесообразность внесения аскорбиновой кислоты в тыквенное и фруктовые пюре с целью положительной коррекции показателя восстановительной способности

с массовой долей не более 70–80 мг на 100 г продукта, поскольку при дальнейшем увеличении массовой доли данного компонента зависимость «массовая доля – RH» демонстрирует тенденцию перехода в зону плато. По аналогичной причине максимально эффективная с точки зрения влияния на восстановительные свойства морковного пюре массовая доля аскорбиновой кислоты составляет 15–20 мг на 100 г продукта.

### Литература


- 1 Кондратенко В.В., Костылёв А.С., Пацюк 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 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.
- 5 Wong D.W.S. Mechanism and Theory in Food Chemistry: Second Edition. Springer International Publishing, 2018. 450 p.
- 6 Da-Costa-Rocha I., Bonnlaender B., Sievers H., Pischel I. et al. Hibiscus sabdariffa L. – A phytochemical and pharmacological review // Food Chemistry. 2014. V. 165. P. 424–443.
- 7 Rumsey S.C., Levine M. Absorption, transport, and disposition of ascorbic acid in humans // The Journal of Nutritional Biochemistry. 1998. V. 9 (3). P. 116–130.
- 8 Washko P.W., Welch R.W., Dhariwal K.R., Wang Y. et al. Ascorbic acid and dehydroascorbic acid analyses in biological samples // Anal. Biochem. 1992. V. 204. P. 1–14.
- 9 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.
- 10 Кондратенко В.В., Костылёв 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.

### References


- 1 Kondratenko V.V., Kostilyov A.S., Patsuk L.K., Fedosenko T.V. et al. Peculiarities of formation the recovery potential of homogeneous fruit and vegetable products during production. Scientific works from the North Caucasus Zonal Research Institute of Horticulture and Viticulture. 2018. V. 21. P. 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 Nechaev A.P., Traubenberg S.E., Kochetkova A.A. et al. Food chemistry. St. Petersburg, GIORД, 2015. 672 p. (in Russian).
- 5 Wong D.W.S. Mechanism and Theory in Food Chemistry: Second Edition. Springer International Publishing, 2018. 450 p.
- 6 Da-Costa-Rocha I., Bonnlaender B., Sievers H., Pischel I. et al. Hibiscus sabdariffa L. – A phytochemical and pharmacological review. Food Chemistry. 2014. vol. 165. pp. 424–443.
- 7 Rumsey S.C., Levine M. Absorption, transport, and disposition of ascorbic acid in humans. The Journal of Nutritional Biochemistry. 1998. vol. 9 (3). pp. 116–130.
- 8 Washko P.W., Welch R.W., Dhariwal K.R., Wang Y. et al. Ascorbic acid and dehydroascorbic acid analyses in biological samples. Anal. Biochem. 1992. vol. 204. pp. 1–14.
- 9 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.
- 10 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).

## Сведения об авторах


**Владимир В. Кондратенко** к.т.н., доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного 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, Адрес (улица, дом, город, индекс, страна), pazuk2016@ya.ru

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


**Татьяна В. Федосенко** младший 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/0000-0002-7345-1799>

**Мария А. Царёва** старший научный сотрудник, лаборатория технологии консервирования, ВНИИТеК – филиал «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, МО, 142703, Россия, tsareva@vniitek.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4862-3667>

**Евгения А. Медведева** старший 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/0000-0003-3926-3548>

## Вклад авторов


Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

## Конфликт интересов


Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Information about authors


**Vladimir V. Kondratenko** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology of baking, confectionery, macaroni deputy. research director department, VNIITeK – branch of Gorbatov Research Center for Food Systems at 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, VNIITeK – branch of Gorbatov Research Center for Food Systems at RAS, Scholnaya Str., 78, Vidnoye, M.R., 142703, Russia, pazuk2016@ya.ru

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


**Tatyana V. Fedosenko** junior researcher, laboratory of canning technology, VNIITeK – branch of Gorbatov Research Center for Food Systems at RAS, Scholnaya Str., 78, Vidnoye, M.R., 142703, Russia, fedosenko0071@gmail.com

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

**Mariya A. Tsaryova** senior researcher, laboratory of canning technology, VNIITeK – branch of Gorbatov Research Center for Food Systems at RAS, Scholnaya Str., 78, Vidnoye, M.R., 142703, Russia, tsareva@vniitek.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4862-3667>

**Eugeniya A. Medvedeva** senior researcher, laboratory of canning technology, VNIITeK – branch of Gorbatov Research Center for Food Systems at RAS, Scholnaya Str., 78, Vidnoye, M.R., 142703, Russia, fedosenko0071@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-3926-3548>

## Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 28/10/2019	<b>После редакции</b> 05/11/2019	<b>Принята в печать</b> 15/11/2019
<b>Received</b> 28/10/2019	<b>Accepted in revised</b> 05/11/2019	<b>Accepted</b> 15/11/2019