

## Влияние природных антиокислителей на интенсивность накопления продуктов окисления в жировой фазе сливочного крема

Марианна С. Воронина<sup>1</sup> marianna419@rambler.ru  
Надежда В. Макарова<sup>1</sup> fpp@samgtu.ru

<sup>1</sup> кафедра технологии и организации общественного питания, Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская, 244, г. Самара, 443100, Россия

**Реферат.** В статье описан основной отделочный полуфабрикат пирожных и тортов – крем. Исследован ассортимент сливочного крема в зависимости от входящих в него фруктовых компонентов и способа производства. Цель работы: исследование степени окисления крема с применением натуральных антиокислителей из продуктов переработки плодов и ягод, а именно в виде концентрированного сока плодов и ягод. Изложен процесс окисления липидов, один из основных процессов потери качества пищевыми продуктами. Описано действие антиоксидантов как антиокислителей на интенсивность накопления концентрации первичных и вторичных продуктов окисления, делающих готовый продукт непригодным для потребителя и ограничивающих его срок хранения. Представлены результаты исследования содержания первичных и вторичных продуктов окисления в сливочном креме сразу после приготовления, а также образцы, хранившиеся в течение пяти суток с добавлением антиокислителей в виде концентрированного сока плодов и ягод в количестве 2–7% от массы сливочного крема. В качестве контрольного образца был использован сливочный крем без добавок. Показатели качества, характеризующие степень окисленности продукта: кислотное, перекисное, анизидиновое и тиобурбитовое число. По результатам исследования обнаружено, что добавление концентрированного сока плодов и ягод в качестве антиокислителя в рецептуру сливочного крема снижает скорость роста концентрации свободных жирных кислот на пятые сутки по сравнению с контрольным образцом. Добавление концентрированного сока плодов и ягод замедляет процесс распада жировой молекулы в жировой фракции крема с образованием свободных жирных кислот; интенсивность реакции распада пероксидов и гидроксидов замедляется, а, следовательно, снижается образование альдегидов, ухудшающих вкус и запах крема; количественно уменьшается скорость образования малондальдегида.

**Ключевые слова:** жировая фракция изделий, крем, кондитерское производство, окисления липидов, антиоксиданты, продукты окисления

## The effect of natural antioxidants on the rate of accumulation of oxidation products in the fat phase of butter cream

Marianna S. Voronina<sup>1</sup> marianna419@rambler.ru  
Nadezhda V. Makarova<sup>1</sup> fpp@samgtu.ru

<sup>1</sup> technology and catering department, Samara state technical university, Molodogvardeiskaya St., 244, Samara, 443100, Russia

**Summary.** Describes the main finishing prefabricated pastries and cakes-cream. Researched range of cream depending on the fruit components and method of production. Aim: to study the degree of oxidation cream with natural antioxidants from fruits and berries processing products, namely in the form of concentrated juice of fruits and berries. Outlines the process of oxidation of lipids, one of the fundamental processes of loss of quality food products. Describes the action of antioxidants as antioxidants on accumulation intensity concentrations of primary and secondary oxidation products, making the final product unsuitable for the consumer and the bounding its shelf life. Presents the results of a study of the contents of primary and secondary oxidation products in butter cream immediately after cooking, as well as samples, stored for five days with the addition of antioxidants in the form of concentrated juice of fruits and berries in the amount of 2–7% by weight of cream. As a control sample has been used cream with no additives. Quality indicators to characterize the degree of oxidation of the product: acid, peroxide, anizidin and tioburbit number. The study found that adding a concentrated juice of fruits and berries as antioxidant in recipe cream reduces the growth rate of the concentration of free fatty acids on the fifth day, as compared with the reference sample. Adding concentrated juice of fruits and berries slows down the process of dissolution of the fat molecules in fat fraction of cream with the formation of free fatty acids; intensity decay reaction of peroxides and hydroxides slows down and, consequently, decreases the formation of aldehydes, deteriorating the taste and smell of the cream; quantitatively reduced the growth of education malondialdehyde.

**Keywords:** fat fraction products, cream, confectionery, oxidation of lipids, antioxidants, oxidation products

### Введение

Большинство кондитерских изделий отличаются высокой питательностью и усвояемостью. Указанные свойства присущи им благодаря использованию для их производства разнообразного по химическому составу и свойствам сырья. Исходная рецептурная смесь может представлять довольно сложную композицию разнообразных компонентов, что позволяет выработать широкий ассортимент кондитерских

изделий. Сливочные кремы приготавливаются на основе сливочного масла. Они используются не только для украшения поверхности изделий, но и для прослаивания и обмазывания пластов и заполнения полостей выпеченных полуфабрикатов. Все сливочные кремы необходимо использовать в течение 5 ч с момента изготовления. Одним из важнейших ингредиентов сливочного крема является сливочное масло (жир), участвующий в формировании характерной структуры, вкуса и аромата изделий [8].

Для цитирования

Воронина М. С., Макарова Н. В. Влияние природных антиокислителей на интенсивность накопления продуктов окисления в жировой фазе сливочного крема // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 178–183. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-178-183

For citation

Voronina M. S., Makarova N. V. The effect of natural antioxidants on the rate of accumulation of oxidation products in the fat phase of butter cream. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 178–183. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-178-183

Прогоркание – наиболее распространенный вид порчи жиров, который отражается на их органолептических свойствах – сообщает изделиям резкий жгучий вкус и неприятный запах. Первым продуктом самоокисления является гидроперекись. Затем образуются вторичные продукты: окисление эпигидрин – альдегид и его ацеталь, нониловый, гептиловый и другие альдегиды, низкомолекулярные кислоты, например азелаиновая, различные кетоны, оксикислоты и др.; многие из них участвуют в образовании запаха и вкуса прогорклых жиров [1–3, 7, 9].

### 1.1 Материалы и методы

Целью данного исследования является оценка влияния добавок в виде концентрированных соков ягод в креме на концентрацию первичных и вторичных продуктов окисления в течение всего срока хранения.

Объектом нашего исследования является сливочный крем, приготовленный по традиционной рецептуре, с добавлением концентрированного сока плодов и ягод. Исследования проводились с образцами крема, характеристики которых представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристика объектов исследования

Table 1.

Characteristics of research objects

Добавка концентрированного сока Additive of concentrated juice	Характеристика объекта The characteristic of an object
Вишни Cherry	Крем 0 суток хранения / Cream 0 day storage
	Крем 1 сутки хранения / Cream 1 day storage
	Крем 2 суток хранения / Cream 2 day storage
	Крем 3 суток хранения / Cream 3 day storage
	Крем 4 суток хранения / Cream 4 day storage
	Крем после 5 суток хранения / After 5 days of storage
Черной смородины Black currant	Крем 0 суток хранения / Cream 0 day storage
	Крем 1 сутки хранения / Cream 1 day storage
	Крем 2 суток хранения / Cream 2 day storage
	Крем 3 суток хранения / Cream 3 day storage
	Крем 4 суток хранения / Cream 4 day storage
	Крем после 5 суток хранения / After 5 days of storage
Черноплодной рябины Aronia	Крем 0 суток хранения / Cream 0 day storage
	Крем 1 сутки хранения / Cream 1 day storage
	Крем 2 суток хранения / Cream 2 day storage
	Крем 3 суток хранения / Cream 3 day storage
	Крем 4 суток хранения / Cream 4 day storage
	Крем после 5 суток хранения / After 5 days of storage
Черники Blueberry	Крем 0 суток хранения / Cream 0 day storage
	Крем 1 сутки хранения / Cream 1 day storage
	Крем 2 суток хранения / Cream 2 day storage
	Крем 3 суток хранения / Cream 3 day storage
	Крем 4 суток хранения / Cream 4 day storage
	Крем после 5 суток хранения / After 5 days of storage

Для контроля содержания первичных и вторичных продуктов окисления использованы образцы крема сразу после приготовления, а также образцы, хранившиеся в течение пяти суток. В качестве контрольного образца был использован сливочный крем без добавок. Количество добавляемого концентрированного сока плодов и ягод 2–7% от массы готового крема (примерно 7–13 г.).

В качестве показателей измерения степени окисленности жировой фракции крема нами использованы: кислотное, перекисное, анизидиновое и тиобарбитуровое числа [4–6, 9].

### 1.2 Экспериментальная часть

Результаты исследования отражены на рисунках 1–3 и в таблице 2.

Как видно из результатов, приведенных на рисунке 1, добавление концентрированного сока ягод черной смородины и черники в крем значительно снижает интенсивность накопления свободных жирных кислот в креме после пяти суток хранения по сравнению с контрольным образцом на 16% и 13%, соответственно. Крем без добавок (контрольный объект) по результатам исследования предельно-допустимые значения показателя КЧ достигает через 18 ч хранения.

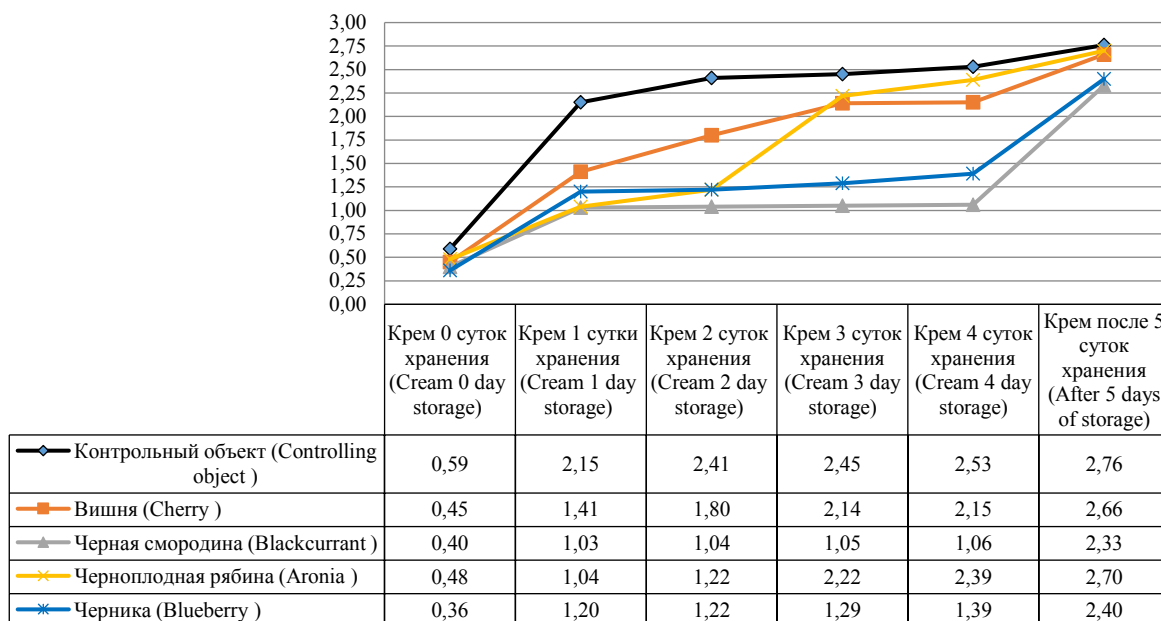


Рисунок 1 Результаты определения кислотного числа для крема с добавлением концентрированного сока плодов и ягод, мг КОН/г

Figure 1. The results of determination of acid number for the cream with the addition of concentrated juice of fruit and berries, mg KOH/g

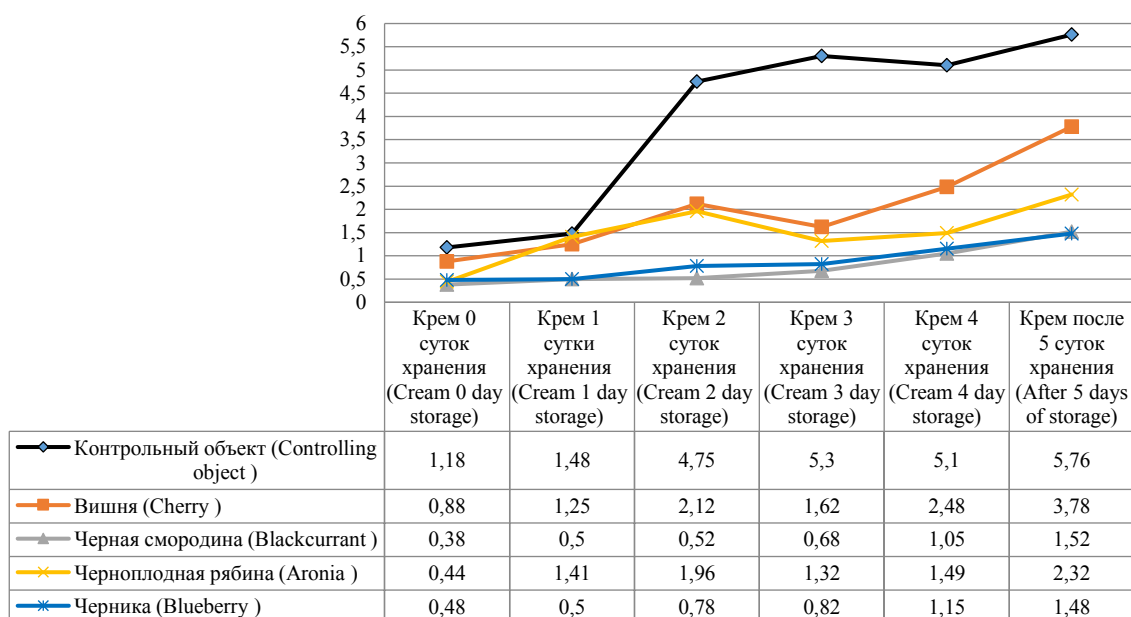


Рисунок 2 Результаты определения перекисного числа для крема с добавлением концентрированного сока плодов и ягод, ммоль  $(\frac{1}{2}O_2)$ /кг

Figure 2 The results of determination of peroxide number for the cream with the addition of concentrated juice of fruit and berries, mmol  $(\frac{1}{2}O_2)$ /кг

По результатам анализа рисунка 2 можно сделать выводы, что в креме с добавкой концентрированного сока плодов и ягод такой показатель как перекисное число (ПЧ) ниже, чем в контрольном образце. Самые низкие ПЧ выявлены у крема с добавлением концентрированного сока черники и черной смородины (1,52 ммоль  $(\frac{1}{2}O_2)$ /кг и 1,48 ммоль  $(\frac{1}{2}O_2)$ /кг,

соответственно). Рост содержания перекисей во времени хранения происходит с перепадами, что означает высокую скорость процесса перехода перекисей во вторичные продукты окисления. Такие невысокие показатели свидетельствуют о том, что в кремах с добавлением концентрированного сока плодов и ягод процесс образования перекисей идет с меньшей скоростью, чем в контрольном образце – креме без добавок.

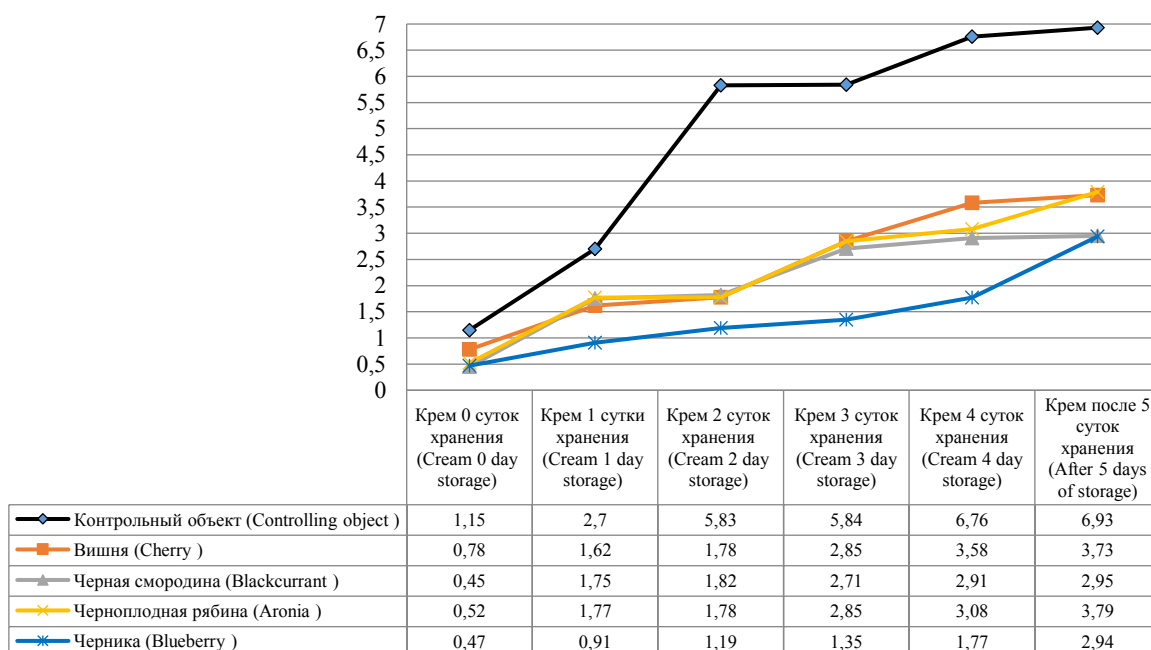


Рисунок 3. Значение анизидинового числа для крема с добавлением концентрированного сока плодов и ягод, ГОСТ 31756–2012

Figure 3. The meaning of anizidin number for the cream with the addition of concentrated juice of fruit and berries, State standard 31756–2012

При анализе рисунка 3 следует, что добавление в крем добавки в виде концентрированного сока плодов и ягод способствует низкой скорости преобразования перекисей в альдегиды, чем в контрольном образце. Самые низкие показатели анизидинового числа (АЧ) выявлены у крема с добавлением концентрированного сока ягод черной смородины и черники (2,95 и 2,94 соответственно). Из результатов исследования крема по показателю АЧ можно сделать вывод, что добавление концентрированного сока плодов и ягод в сливочный крем снижает интенсивность накопления альдегидов

в креме. Концентрированный сок черной смородины и черники значительно снижает скорость накопления вторичных продуктов окисления на пятый день хранения, по сравнению с контрольным образцом. Введение антиоксидантов приводит к образованию новых радикалов, отличающихся значительно большей стабильностью, чем радикалы, образующиеся при распаде пероксидов и гидропероксидов, что приводит к замедлению реакции, а, в конечном итоге, при определенных условиях к резкому торможению роста концентрации альдегидов.

Таблица 2.  
Результаты определения тиобарбитурового числа в исследуемых объектах, мг MDA/kg

Table 2.

Results of the tiobarbit number in the studied objects mg MDA/kg

Объекты Object	0-ой день хранения 0 day storage	1-ый день хранения 1 day storage	2-ой день хранения 2 day storage	3-ий день хранения 3 day storage	4-ый день хранения 4 day storage	5-ый день хранения 5 day storage
Контрольный объект Controlling object	0,18	0,22	0,36	0,69	0,74	0,92
Вишня Cherry	0,47	0,58	0,59	0,72	0,74	0,84
Черная смородина Blackcurrant	0,67	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80
Черноплодная рябина Aronia	0,54	0,63	0,67	0,74	0,79	0,85
Черника Blueberry	0,63	0,65	0,66	0,67	0,69	0,75

Из результатов исследования можно сделать вывод, что для всех кремов с добавками в виде концентрированного сока плодов и ягод характерна прямая зависимость содержания диальдегидов и малондиальдегида от времени хранения, а также более низкие значения концентрации, по сравнению с контрольным образцом крема. Высокие значения содержания малондиальдегида в свежем креме с концентрированным соком плодов и ягод свидетельствует о реакции взаимодействия тиобарбитуровой кислоты с веществами, входящими в состав плодов и ягод и продуктов их переработки.

### Заключение

По результатам исследования обнаружено, что добавление концентрированного сока плодов и ягод в сливочный крем снижает скорость роста концентрации свободных жирных кислот на пятые сутки по сравнению с контрольным образцом. В кремах с добавлением концентрированного сока вишни показатель «кислотное число» на пятые сутки меньше на 18%, черной смородины – на 52%, черники – на 42%. Однако, при добавлении в крем концентрированного сока черноплодной рябины на пятые сутки показатель «кислотное

число» увеличивается по сравнению с контрольным образцом на 3,5%. Накопление перекисных соединений (перекисей и гидроперекисей) снижается на пятые сутки по сравнению с контрольным образцом у крема с добавлением концентрированного сока вишни – на 34%, черной смородины – на 93%, черноплодной рябины – на 58%, черники – на 48%. Концентрация альдегидов (вторичных продуктов окисления) снижается на пятые сутки по сравнению с контрольным образцом у крема с добавлением концентрированного сока вишни – на 19%, черной смородины – на 57%, черноплодной рябины – на 45%, черники – на 72%. А содержание диальдегидов и малондиальдегида (MDA) в кремах с добавлением концентрированного сока ягод увеличивается по времени хранения линейно и с меньшей скоростью, чем в контрольном образце. Добавление концентрированного сока плодов и ягод замедляет процесс распада жировой молекулы в жировой фракции крема с образованием свободных жирных кислот; интенсивность реакции распада пероксидов и гидроксидов замедляется, а, следовательно, снижается образование альдегидов, ухудшающих вкус и запах крема; количественно уменьшается скорость образования малондиальдегида.

### ЛИТЕРАТУРА

1 Jyotsna R., Prabhasankar P., Indrani D., Rao G.V. Improvement of rheological and baking properties of cake batters with emulsifier gels // J. Food Sci. 2004. V. 69. № 1. P. 16–19

2 Peck M.C., Rough S.L., Barnes J., Wilson D.I. Roller extrusion of biscuit doughs // Food Eng. 2006. V. 74. № 4. P. 431–450

3 Saleem Q. Mechanical and fracture properties for predicting cracking in semi-sweet biscuits // Int. J. Food Sci. and Technol. 2005. V. 40. № 4. P. 361–368

4 ГОСТ Р 51487–99 Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа.

5 ГОСТ Р 52110–2003 Масла растительные. Методы определения кислотного числа.

6 ГОСТ Р 53099–2008 Жиры и масла животные и растительные. Определение анизидинового числа.

7 Меньщикова Е.Б., Ланкин В.З. Окислительный стресс. Проксиданты и антиоксиданты. М.: Фирма «Слово», 2006. 556 с.

8 Мэнли Д. Мучные кондитерские изделия с рецептурами. СПб.: Профессия, 2013. 768 с.

9 Стеле Р. Срок годности пищевых продуктов: расчет и испытание. СПб.: Профессия, 2008. 480 с.

### REFERENCES

1 Jyotsna R., Prabhasankar P., Indrani D., Rao G.V. Improvement of rheological and baking properties of cake batters with emulsifier gels. J. Food Sci., 2004, vol. 69, no. 1, pp. 16–19.

2 Peck M.C., Rough S.L., Barnes J., Wilson D.I. Roller extrusion of biscuit dough. Food Eng., 2006, vol. 74, no. 4, pp. 431–450

3 Saleem Q. Mechanical and fracture properties for predicting cracking in semi-sweet biscuits. Int. J. Food Sci. and Technol., 2005, vol. 40, no. 4, pp. 361–368

4 ГОСТ R 52110–2003 Masla rastitel'nye i zhiry zhivotnye. Metod opredeleniya perekisnogo chisla [State standard 52110–2003. Vegetable oils. Methods for determination of acid number] (in Russian)

5 ГОСТ R 51487–99 Masla rastitel'nye i zhiry zhivotnye. Metody opredeleniya kislotnogo chisla [State standard 51487–99 Vegetable oils and animal fats. Method for the determination of peroxide number]. (in Russian)

6 ГОСТ R 53099–2008 Zhiry i masla rastitel'nye i zhivotnye. Opredelenie anizidinovogo chisla [State standard 53099–2008 Fats and animal and vegetable oils. identifying anizidin number] (in Russian)

7 Men'shchikova E.B., Lankin V.Z. Okislitel'nyi stress. Prooksidanty i antioksidanty [Oxidative stress. Prooxidants and antioxidants] Moscow, Slovo, 2006. 556 p. (in Russian)

8 Manley D. Muchnye konditerskie izdeliya s retsepturemi [Pastry with recipes] Saint-Petersburg, Professiya, 2013. 768 p. (in Russian)

9 Stelle R. Srok godnosti pishchevykh produktov [Shelf life of food products: calculation and testing] Saint-Petersburg, Professiya, 2008. 480 p. (in Russian)

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Марианна С. Воронина** аспирант, кафедра технологии и организации общественного питания, Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская, 244, г. Самара, 443100, Россия, marianna419@rambler.ru  
**Надежда В. Макарова** д. х. н., профессор, зав. кафедра технологии и организации общественного питания, Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская, 244, г. Самара, 443100, Россия, fpp@samgtu.ru

#### КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

**Надежда В. Макарова** консультация в ходе исследования  
**Марианна С. Воронина** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**ПОСТУПИЛА 02.08.2016**

**ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016**

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Marianna S. Voronina** graduate student, technology and catering department, Samara state technical university, Molodogvardeiskaya St., 244, Samara, 443100, Russia, marianna419@rambler.ru  
**Nadezhda V. Makarova** doctor of chemical sciences, professor, head of technology and catering department, Samara state technical university, Molodogvardeiskaya St., 244, Samara, 443100, Russia, fpp@samgtu.ru

#### CONTRIBUTION

**Marianna S. Voronina** consultation during the study  
**Nadezhda V. Makarova** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

#### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

**RECEIVED 8.2.2016**

**ACCEPTED 8.22.2016**