

**Перфилова О.В., Магомедов Г.О.**  
**ПРЕИМУЩЕСТВО ПРИМЕНЕНИЯ СВЧ-НАГРЕВА**  
**В ПЕРЕРАБОТКЕ ТЫКВЕННЫХ ВЫЖИМОК**

Перфилова Ольга Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания и товароведения

Плодоовощной институт имени И.В. Мичурина Мичуринского государственного аграрного университета;

Россия, 393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д. 101

Тел.: 8(920)2326417

E-mail: [perfolgav@mail.ru](mailto:perfolgav@mail.ru)

Магомедов Газибег Омарович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»;

Россия, 394036, г. Воронеж, проспект Революции, д. 19

Тел.: 8(967)1420665

E-mail: [mmg@inbox.ru](mailto:mmg@inbox.ru)

*На предприятиях консервной промышленности с целью предварительной обработки растительного сырья, в основном, применяют бланширование, которое заключается в обработке продукта паром или водой температурой от 80 до 100<sup>0</sup>С, при этом продолжительность нагрева составляет от 5 до 15 мин. Однако при проведении бланширования фруктового и овощного сырья неизбежно происходит диффузионный процесс и переход части пищевых веществ, растворимых в воде, в среду нагрева. Недостаточно изученными остаются механизмы влияния поля СВЧ на изменение химического состава, в т.ч. антиоксидантного, обрабатываемого фруктово-овощного сырья. В статье приводятся исследования использования СВЧ-нагрева с целью проведения предварительной обработки тыквенных выжимок для повышения их пищевой ценности. Для изучения влияния технологических факторов СВЧ-нагрева на такие свойства тыквенных выжимок, как температура, влажность (содержание сухих веществ), суммарное содержание антиоксидантов (ССА) по кверцетину, последние подвергали нагреву от 50 до 96<sup>0</sup>С при постоянной мощности равной 800 Вт. Выбор рационального режима СВЧ-нагрева тыквенных выжимок проводили по максимальному значению суммарного содержания антиоксидантов (водорастворимых) по кверцетину, которое определяли на приборе Цвет Яуза 01-АА. В результате определен рациональный режим СВЧ-обработки тыквенных выжимок, при котором наблюдается максимальное увеличение суммарного содержания антиоксидантов: мощность – 800 Вт, время – 175 с, удельная работа – 700 Вт/г с, температура нагрева выжимок 95<sup>0</sup>С. СВЧ-нагрев тыквенных выжимок позволяет повысить суммарное содержание антиоксидантов до значения 155,6 мг/100 г с.в., что в среднем на 3 и 17 % выше, чем у тыквенного сока и тыквы соответственно.*

**Ключевые слова:** тыква, продукты, выжимки, предварительная обработка, СВЧ-нагрев, режимы, антиоксиданты.

**Для цитирования:** Перфилова О.В., Магомедов Г.О. Преимущество применения СВЧ-нагрева в переработке тыквенных выжимок // Новые технологии. 2019. Вып. 1(47). С. 132-140. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10113

**Perfilova O.V., Magomedov G.O.**  
**THE ADVANTAGE OF MICROWAVE-HEATING APPLICATION**  
**IN PUMPKIN POMACE PROCESSING**

Perfilova Olga Victorovna, Candidate of Technical Sciences, an associate professor of the Department of Food Technology and Merchandising

Horticulture Institute named after I. V. Michurin of Michurin State Agrarian University; Russia, 393760, Tambov region, Michurinsk, Internationalnaya Str. 101

Tel.: 8(920)2326417

E-mail: [perfolgav@mail.ru](mailto:perfolgav@mail.ru)

Magomedov Gazibeg Omarovich, Doctor of Technical Sciences, professor, head of the Department of Technology of Baking, Confectionery, Macaroni and Grain processing industries FSBEI HE «Voronezh State University of Engineering Technologies»;

Russia, 394036, Voronezh, Revolution Av., 19

Tel.: 8(967)1420665

E-mail: [mmg@inbox.ru](mailto:mmg@inbox.ru)

*In canning industry blanching is mainly used for pretreatment of plant raw materials; it consists in treating the product with steam or water with a temperature of 80 to 100°C, while the duration of heating is from 5 to 15 minutes. However, when blanching fruit and vegetable raw materials, a diffusion process inevitably occurs and a part of food substances soluble in water is transferred to the heating medium. The mechanisms of the influence of the microwave field on changes in chemical composition, including antioxidant, processed fruit and vegetable raw materials have not been studied enough.*

*The article presents the research on the use of microwave heating for the purpose of pretreatment of pumpkin marc to increase its nutritional value. To study the influence of technological factors of microwave heating on such properties of pumpkin pomace as temperature, humidity (dry matter content), total content of antioxidants (TCA) for quercetin, the latter were heated from 50 to 96°C at constant power equal to 800 W. The choice of a rational mode of microwave – heating pumpkin pomace was carried out by the maximum value of the total content of antioxidants (water soluble) for quercetin, which was determined on the Color Yauza 01-AA device. As a result, a rational mode of microwave treatment of pumpkin pomace has been determined, at which the maximum increase in the total content of antioxidants is observed: power – 800 W, time – 175 s, specific work – 700 W / g s, heating temperature of pomace – 95°C. Microwave heating of pumpkin pomace allows you to increase the total content of antioxidants to a value of 155.6 mg / 100 g mw, which is on average 3 and 17% higher than that of pumpkin juice and pumpkin, respectively.*

**Key words:** pumpkin, products, pomace, pretreatment, microwave heating, modes, antioxidants.

**For citation:** Perfilova O.V., Magomedov G.O. The advantage of microwave-heating application in pumpkin pomace processing // Novye tehnologii (Majkop). 2019. Iss. 1(47). P. 132-140. (In Russ., English abstract). DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10113

Тепловую обработку растительного сырья широко применяют в качестве предварительной технологической операции при производстве консервированных продуктов из фруктов и овощей. На предприятиях консервной промышленности с этой целью, в основном, применяют бланширование, которое заключается в обработке продукта паром или водой температурой от 80 до 100<sup>0</sup>С, при этом продолжительность нагрева составляет от 5 до 15 мин. [1]

Однако, при проведении бланширования фруктового и овощного сырья неизбежно происходит диффузионный процесс и переход части пищевых веществ, растворимых в воде, в среду нагрева.

В настоящее время отечественными и зарубежными фирмами по производству технологического оборудования все чаще для проведения предварительной обработки пищевого сырья предлагаются установки с использованием микроволновой энергией, которые позволяют рационально перерабатывать фруктовое и овощное сырье при непрерывном способе производства.

Однако, в научной литературе недостаточно освещаются механизмы влияния поля СВЧ на изменение химического состава, в т.ч. антиоксидантного, обрабатываемого фруктово-овощного сырья [2, 3].

Нами исследована возможность использования СВЧ-нагрева с целью проведения предварительной обработки тыквенных выжимок для повышения их пищевой ценности, что является актуальным, т.к. разработка технологий комплексной переработки сырья с достижением высокой сохранности биологически активных веществ, на сегодняшний день, считается одним из приоритетных направлений развития пищевой промышленности.

Для изучения влияния технологических факторов СВЧ-нагрева на такие свойства тыквенных выжимок, как температура, влажность (содержание сухих веществ), суммарное содержание антиоксидантов (ССА) по кверцетину, последние подвергали нагреву от 50 до 96<sup>0</sup>С при постоянной мощности равной 800 Вт.

Выбор рационального режима СВЧ-нагрева тыквенных выжимок проводили по максимальному значению ССА. Определяли суммарное содержание антиоксидантов (водорастворимых) по кверцетину на приборе Цвет Яуза 01-АА [4]. Результаты исследований представлены в таблице 1 и на рисунках 1 и 2.

Контролем служили свежие тыквенные выжимки не подвергавшиеся СВЧ-нагреву с исходным содержанием сухих веществ 22,1 %, суммарным содержанием антиоксидантов 22,1 мг/100 г (112,2 мг/100 г с.в.) и температурой 20<sup>0</sup>С.

Установлено, что с увеличением температуры нагрева тыквенных выжимок до 95<sup>0</sup>С наблюдается повышение суммарного содержания антиоксидантов. Так, максимальное значение ССА 35,0 мг/100 г (155,6 мг/100 г с.в.) в тыквенных выжимках при показателе влажности равном 77,5 % было выявлено при следующих параметрах СВЧ-нагрева: мощность – 800 Вт, удельная работа – 700 Вт/г·с, температура – 95<sup>0</sup>С, время – 175 с. При таком режиме СВЧ-нагрева значение ССА в тыквенных выжимках по сравнению с контролем увеличивается в 1,39 раза.

Таблица 1 - Влияние различных режимов СВЧ-нагрева тыквенных выжимок на суммарное содержание антиоксидантов (по кверцетину)

№ п.п.	Мощность, Вт	Время нагрева, с	Температура нагрева, °С	Влажность, %	ССА, мг/100 г
контроль					
1	-	-	-	80,3	22,1
опытные образцы					
2	800	55	50	79,4	24,1
3		75	60	79,2	24,5
4		95	70	78,8	25,6
5		115	80	78,5	27,0
6		135	90	78,3	27,3
7		155	92	77,8	29,2
8		175	95	77,5	35,0
9		195	96	77,0	34,3

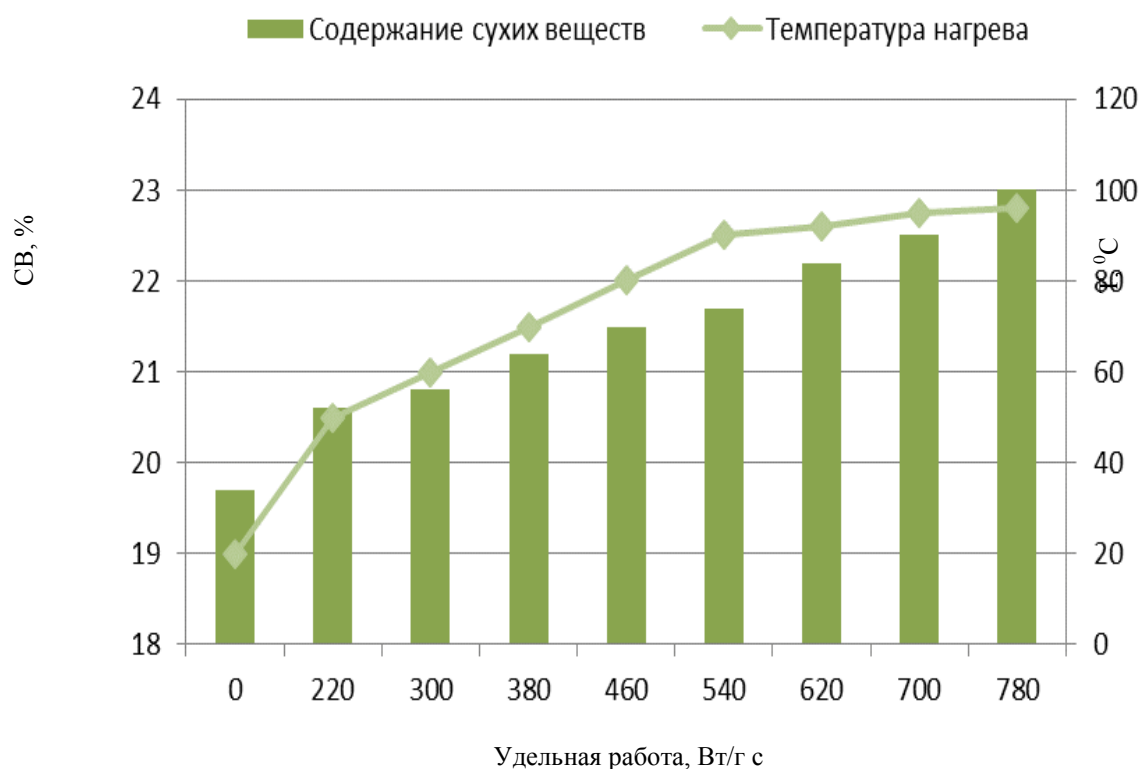
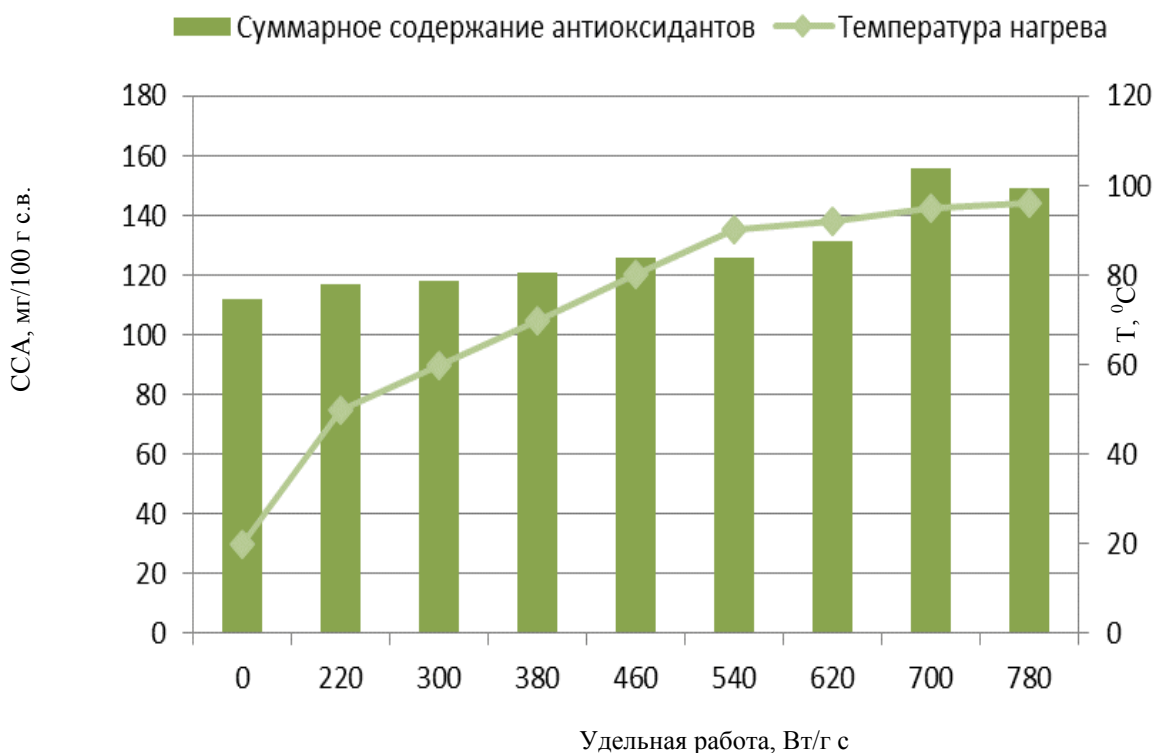


Рис. 1. Зависимость содержания сухих веществ от температуры и удельной работы СВЧ-нагрева тыквенных выжимок



**Рис. 2.** Зависимость суммарного содержания антиоксидантов (по кверцетину) от температуры и удельной работы СВЧ - нагрева тыквенных выжимок

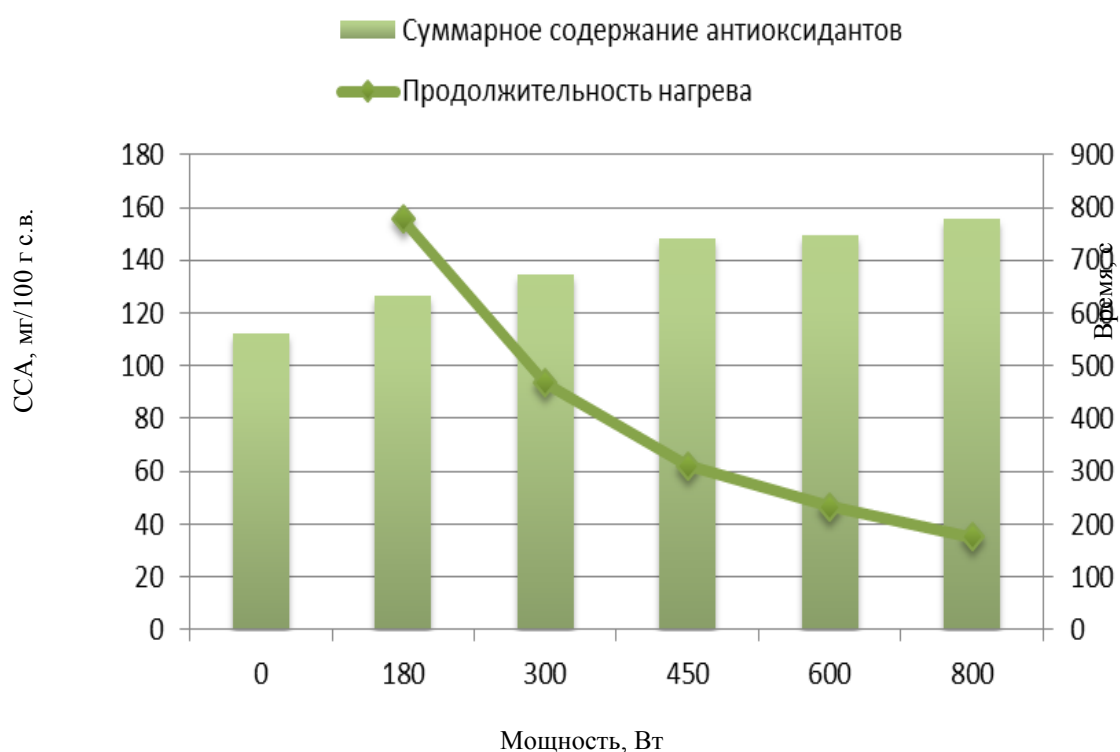
С увеличением времени СВЧ-нагрева до 195 с при постоянной мощности 800 Вт температура выжимок поднималась всего на 1<sup>0</sup>C, значение ССА снижалось на 4,2 %, а сухих веществ увеличивалось на 0,5 %, это может быть обусловлено тем, что увеличение ССА достигает своего предела при нагреве выжимок до 92<sup>0</sup>C за 175 с и более длительное воздействие высокой температуры приводит к разрушению антиоксидантов. Так, при значении удельной работы СВЧ-нагрева 780 Вт/г·с суммарное содержание антиоксидантов в тыквенных выжимках составило 34,3 мг/100 г (149,1 мг/100 г с.в.) при содержании сухих веществ 23,0 %.

Далее исследовано влияние различной мощности СВЧ-нагрева тыквенных выжимок на суммарное содержание в них антиоксидантов. Выжимки нагревали до температуры 95<sup>0</sup>C при постоянной удельной работе 700 Вт/г·с, что обусловлено максимальным значением ССА при таком режиме СВЧ-нагрева. Результаты исследований представлены в таблице 2 и на рисунке 3.

В результате установлено, что с увеличением мощности СВЧ-нагрева тыквенных выжимок от 180 до 800 Вт продолжительность нагрева сокращается в среднем в 4 раза. Так, для нагрева тыквенных выжимок до 95<sup>0</sup>C при мощности 180 Вт затрачивается 12 мин. 58 с, тогда как при мощности 800 Вт – 2 мин. 55 с.

Таблица 2 - Влияние различной мощности СВЧ-нагрева тыквенных выжимок до температуры 95<sup>0</sup>С на суммарное содержание антиоксидантов (по кверцетину)

Показатели	Свежие выжимки (контроль)	Мощность, Вт				
		180	300	450	600	800
Время, с	-	778	467	311	233	175
Уд. работа, Вт/г ·с	-	700				
Влажность, %	80,3	77,1	77,1	77,3	77,4	77,5
Сухие вещества, %	19,7	22,9	22,9	22,7	22,6	22,5
ССА, мг/100 г	22,1	29,0	30,9	33,7	33,8	35,0



**Рис. 3.** Зависимость суммарного содержания антиоксидантов (по кверцетину) от мощности и продолжительности СВЧ-нагрева тыквенных выжимок до 95<sup>0</sup>С

Содержание сухих веществ в тыквенных выжимках в зависимости от мощности СВЧ-нагрева изменяется незначительно. Явная зависимость от мощности СВЧ-нагрева отмечена по суммарному содержанию антиоксидантов. С увеличением мощности СВЧ-нагрева от 180 до 800 Вт значения ССА увеличиваются по сравнению с контролем в 1,13 и 1,39 раза и составляют 29,0 и 35,0 мг/100 г (126,6 и 155,6 мг/100 г с.в.) соответственно.

При СВЧ-нагреве тыквенных выжимок характерна следующая тенденция – чем ниже мощность нагрева, тем в меньшей степени увеличивается суммарное содержание антиоксидантов в свободной форме. Данный факт, можно объяснить тем, что с увеличением мощности СВЧ-нагрева выжимок уменьшается время их нагрева до температуры 95<sup>0</sup>С, в результате увеличивается сохранность термолабильных антиоксидантов, а также быстрее происходит процесс инактивации ферментов разрушающих (окисляющих) антиоксиданты.

На основании представленных экспериментальных исследований, произведенных для различных режимов СВЧ-нагрева выжимок, можно выделить следующий рациональный режим, при котором наблюдается максимальное увеличение суммарного содержания антиоксидантов: мощность – 800 Вт, время – 175 с, удельная работа – 700 Вт/г ·с, температура нагрева выжимок 95<sup>0</sup>С.

Для обоснования эффективности применения СВЧ-нагрева выжимок для повышения их пищевой ценности была проведена сравнительная оценка химического состава тыквенных выжимок свежих и после СВЧ-нагрева со свежей тыквой и соком прямого отжима из нее, результаты которой представлены в таблице 3. Химический состав анализировали по показателям содержания сухих веществ, растворимых сухих веществ и суммарного содержания антиоксидантов.

Таблица 3 - Химический состав продуктов переработки тыквы

Наименование продукта	СВ, %	РСВ, %	ССА, мг/100 г	ССА, мг/100 г с.в.
Тыква	17,4	14,4	23,1	132,8
Тыквенный сок прямого отжима	15,4	14,0	23,3	151,3
Тыквенные выжимки	19,7	14,7	22,1	112,2
Тыквенные выжимки после СВЧ-обработки	22,5	16,8	35,0	155,6

Из данных таблицы 3 видно, что в тыквенных выжимках после СВЧ-нагрева по сравнению с тыквой и тыквенным соком незначительно повышается содержание растворимых сухих веществ в среднем на 0,5-2,5 % соответственно, что обусловлено снижением влажности (увеличением сухих веществ) выжимок, в результате отделения части сока в процессе прессования тыквы, а также испарения влаги при СВЧ-нагреве.

В то же время в свежих тыквенных выжимках суммарное содержание антиоксидантов составило 112,2 мг/100 г с.в., что на 15,5 и 26 % ниже по сравнению с тыквой и тыквенным соком соответственно. СВЧ-нагрев тыквенных выжимок позволяет повысить данный показатель до значения 155,6 мг/100 г с.в., что в среднем на 3 и 17 % выше, чем у тыквенного сока и тыквы соответственно.

#### ВЫВОДЫ

1. Применение СВЧ-нагрева в переработке тыквенных выжимок перспективно, т.к. способствует повышению их пищевой ценности по содержанию антиоксидантов.
2. Определен рациональный режим СВЧ-обработки тыквенных выжимок, обеспечивающий максимальное увеличение суммарного содержания антиоксидантов: мощность – 800 Вт, время – 175 с, удельная работа – 700 Вт/г с, температура нагрева выжимок – 95<sup>0</sup>С.

3. СВЧ-нагрев тыквенных выжимок позволяет повысить суммарное содержание антиоксидантов до значения 155,6 мг/100 г с.в., что в среднем на 3 и 17 % выше, чем у тыквенного сока и тыквы соответственно.

*Литература:*

1. Флауменбаум Б.Л., Танчев С.С., Гришин М.А. Основы консервирования пищевых продуктов. Москва: Агропромиздат, 1986. 494 с.

2. Опыт применения СВЧ-энергии при производстве пищевых продуктов / Н.Ф. Ушакова [и др.] // Пищевая промышленность. 2013. №10. С. 30-32.

3. Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Методика выполнения измерений содержания антиоксидантов в напитках и пищевых продуктах, биологически активных добавках, экстрактах лекарственных растений амперометрическим методом. Москва: Химавтоматика, 2007. 14 с.

*Literature:*

1. Flaumenbaum B.L., Tanchev S.S., Grishin M.A. Basics of food preservation. Moscow: Agropromizdat, 1986. 494 p.

2. Experience of using microwave energy in food production / N.F. Ushakova [et al.] // Food Industry. 2013. №10. P. 30-32.

3. Yashin A.Ya., Chernousova N.I. Methods for measuring the content of antioxidants in beverages and food products, dietary supplements, extracts of medicinal plants by the amperometric method. Moscow: Khimavtomatika, 2007. 14 p.