

Применение метода ультразвукового экстрагирования в приготовлении напитка направленного действия из ягод чёрной смородины

Наталья С. Родионова,	¹	rodionovast@mail.ru
Марина В. Мануковская,	¹	manukowskaj@mail.ru
Александр Е. Небольсин,	²	mks36@mail.ru
Маргарита В. Серченя	¹	serchenya.margarita@ya.ru

¹ кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия
² ОАО «Партнер»

Реферат. В статье представлены экспериментальные результаты определения физико-химических показателей, количества антоцианов, определение цветности и органолептическая характеристика напитка, приготовленного с применением метода ультразвукового экстрагирования в сравнении с морсом, полученным по традиционной технологии. Основным сырьём для разработки технологии приготовления напитка выбрана ягода чёрной смородины, характеризующаяся высоким содержанием биологически активных компонентов, повышающих адаптивные возможности организма человека. Целью работы является применение метода ультразвукового экстрагирования в приготовлении напитков с функционально-направленными действиями. В качестве экспериментальной установки использовали экстрактор с ультразвуковым погружным излучателем. Сущность его работы заключается в следующем: смесь экстрагента и растительного субстрата в различных соотношениях загружали в ёмкость с излучателем, после чего включали ультразвуковой генератор. Колебания ультразвуковой частоты (22 кГц), возбуждали высокочастотные механические колебания, под воздействием которых в обрабатываемой смеси формировались зоны интенсивной кавитации и диффузного растворения клеточных субстратов в экстрагенте. Технология ультразвукового экстрагирования предполагает кратковременный контакт ягод и экстрагента (до 15 минут) при наложении ультразвуковых колебаний. С увеличением времени воздействия, выход биологически активных веществ увеличивается до достижения равновесного состояния, соответствующего наиболее полному истощению сырья. Всё это приводит к значительному ускорению процесса перехода действующих компонентов из сырья в экстрагент и получение продукта с улучшенными физико-химическими, органолептическими показателями, а также с более высокой антиоксидантной активностью.

Ключевые слова: экстрагирование, черная смородина, ультразвук, экстракт, биологически активные вещества

Application of ultrasonic extraction method in the preparation of the directive action beverage from black currant

Natalia S. Rodionova,	¹	rodionovast@mail.ru
Marina V. Manukovskaya,	¹	manukowskaj@mail.ru
Aleksandr E. Nebol'sin,	²	mks36@mail.ru
Margarita V. Serchenya	¹	serchenya.margarita@ya.ru

¹ service and catering business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394000, Russia
² JSC "Partner"

Summary. The article presents the results of experimental determination of physical-and chemical parameters, the amount of anthocyanins, the definition of color and organoleptic characteristics of the beverage prepared with ultrasonic extraction method in comparison with the fruit-drink, obtained according to traditional recipe. Black currant was chosen the main raw material for the development of the beverage production technology. It is characterized by a high content of bioactive components that increase the adaptive abilities of human body. The purpose is to use ultrasonic extraction method in the preparation of functionally directed actions beverages. Extractor with submerged ultrasonic emitter was used as an experimental device. The essence of its operation is as follows: a mixture of the extractant and the plant substrate in different ratios was loaded into a container with the emitter, then the ultrasonic generator was turned on. The vibrations of ultrasonic frequency (22 kHz) made high-frequency mechanical vibrations that caused the formation of intense cavitation areas and diffuse dissolution of cell substrates in the extractant in the treated mixture. The ultrasonic extraction technique involves brief contact of berries and extractant (up to 15 minutes) upon application of ultrasonic vibrations. With an increase in exposure time, the yield of biologically active substances increases to reach an equilibrium state corresponding to the most complete exhaustion of raw materials. All this leads to a significant acceleration of the transition from the active ingredients from the raw materials into the extractant to obtain a product with improved physical - and chemical, organoleptic characteristics, as well as a higher antioxidant activity.

Keywords: extracting, blackcurrant, ultrasound, extract, biologically active substance

Для цитирования

Родионова Н. С., Мануковская М. В., Небольсин А. Е., Серченя М. В. Применение метода ультразвукового экстрагирования в приготовлении напитка направленного действия из ягод чёрной смородины // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 162–169. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-162-169

For citation

Rodionova N. S., Manukovskaya M. V., Nebol'sin A. E., Serchenya M. V. Application of ultrasonic extraction method in the preparation of the directive action beverage from black. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 162–169 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-162-169

Введение

Здоровье человека ежедневно подвергается негативному воздействию множества факторов: загрязнение окружающей среды, ухудшение социально-экономических условий, возрастание эмоциональной нагрузки. Одним из путей поддержания здоровья населения является производство продуктов и напитков функционального назначения, содержащих в своём составе ингредиенты, употребление которых способствует укреплению организма человека.

В связи с этим актуальной и значимой становится тема создания напитков с направленными свойствами с целью усиления защитных функций организма человека [1]. Такими напитками являются соки, морсы, настойки. В зависимости от растительных компонентов, входящих в их состав, напитки оказывают различные полезные воздействия на организм человека.

Цель работы – применение метода ультразвукового экстрагирования в приготовлении напитка функционально-направленного действия.

Для приготовления экспериментального напитка была использована традиционная рецептура приготовления морса. Основным сырьем для приготовления напитка была выбрана

ягода чёрной смородины, которая имеет в своём составе биологически активные компоненты – витамины, минеральные вещества, микроэлементы повышающие адаптивные возможности организма человека (таблица 1). Они способствуют понижению кровяного давления, улучшают состояние сердечно-сосудистой системы, повышают аппетит, оказывают витаминное, общеукрепляющее, противовоспалительное, болеутоляющее действие, усиливают функции желудка, кишечника и печени [3].

1.1 Материалы и методы

Для получения напитка применялся метод ультразвукового экстрагирования [6–11]. В напитках, приготовленных с применением метода ультразвукового экстрагирования и по традиционной технологии (образец № 1 и образец № 2), исследовали ряд показателей: органолептических, физико-химических, а также цветность и количество антоцианов.

Качество и вкус полученного напитка (образец № 1) определяли органолептическим методом – сравнивая с морсом, приготовленным по традиционной технологии (образец № 2). На рисунке 1 представлены сравнительные вкусоароматические профили напитков.

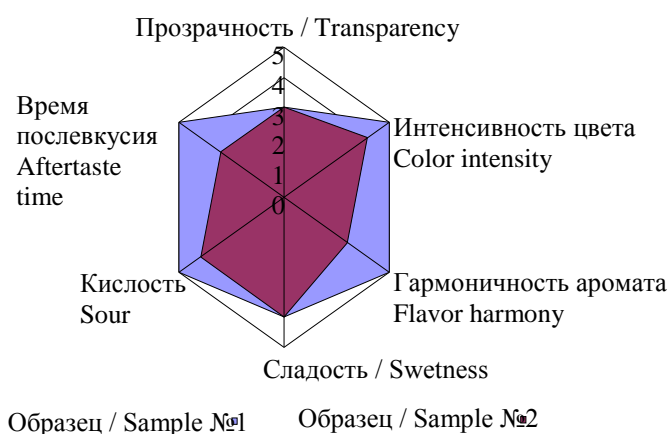


Рисунок 1. Вкусоароматические профили напитков

Figure 1. Taste and flavor profiles of drinks

Химический состав чёрной смородины

Table 1.

Black currant chemical composition

Химический состав чёрной смородины (на 100 г. продукта) Chemical composition of black currant (per 100 g product)			
Витамины Vitamins	Макроэлементы	Микроэлементы	Пищевая ценность
РР – 0,3 мг	Кальций Calcium – 36 мг	Железо Iron – 13 мг	Калорийность Calorie – 44 кКал
Бета-каротин Beta-carotene – 0,1 мг	Магний Magnesium – 31 мг	Цинк Zinc – 0,13 мг	Белки Protein – 1 г
А – 17 мкг	Калий Potassium – 350 мг	Йод Iodine – 1 мкг	Жиры Fat – 0,4 г
В1 – 0,003 мг	Фосфор Phosphorus – 33 мг	Медь Copper – 130 мкг	Углеводы Carbohydrates – 7,3 г
В2 – 0,004 мг	Хлор Chlorine – 14 мг	Марганец Manganese – 0,18 мг	Пищевые волокна Dietary fiber – 4,8 г
В5 – 0,4 мг	Сера Sulfur – 2 мг	Фтор Fluorine – 17 мкг	Вода Water – 83,3 г
В6 – 0,1 мг	–	Молибден Molybdenum – 24 мкг	Орг. Кислоты Org. Acids – 2,3 г
В9 – 5 мкг	–	Бор Boron – 55 мкг	Зола Ash – 0,9 г
С – 200 мг	–	Кобальт Cobalt – 4 мкг	Моно- и дисахариды Mono- and disaccharides – 7,3 г
Е – 0,07 мг	–	–	–
Н – 2,4 мг	–	–	–

1.2 Результаты и обсуждение

По результатам проведения сравнительной органолептической характеристики напитков, пришли к выводу, что напиток, полученный при помощи ультразвуковой экстракции,

имеет ряд преимуществ: выраженный вкус, насыщенный цвет и аромат, продолжительное послевкусие. Сравнительные физико-химические показатели напитков представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Физико-химические показатели напитков

Table 2.

Physicochemical indexes of drinks

Образец Sample	Показатели Indices		
	Сахар, г/100 см ³ Sugar, g/100 cm ³	Кислотность, г/см ³ Acidity, g/100 cm ³	Экстрактивные вещества, % Extractives, %
№ 1	57,8	0,28	7
№ 2	49,2	0,25	5

Как видно из таблицы 2, образец № 1 имеет более высокий выход биологически активных веществ, содержание сахара увеличилось, а кислотность соответствует производственным показателям. Из полученных данных, можно сделать вывод, что применение ультразвукового экстрагирования даёт положительный эффект, так как был получен напиток превосходящий контрольный образец № 2 по всем показателям.

Цветность напитков анализировали по значениям оптической плотности, полученной на ФЭКе М56. Анализ кривых изменения оптической плотности исследуемых

образцов (рисунки 2–3) показал, что окраска образца № 1 (ультразвуковая экстракция) достигает более высокого насыщения цвета, чем у второго (традиционный способ).

Для спектрофотометрической оценки напитков использовали прибор UV mini-1240, Shimadzu, Япония. Образцы помещали в кварцевую кювету с толщиной поглощающего слоя 10 мм и определяли значение оптической плотности в диапазоне длин волн 375 – 600 нм. Спектральные характеристики приведены на (рисунки 4–5), дифференциальный спектр морсов представлен в разведении 1:6.

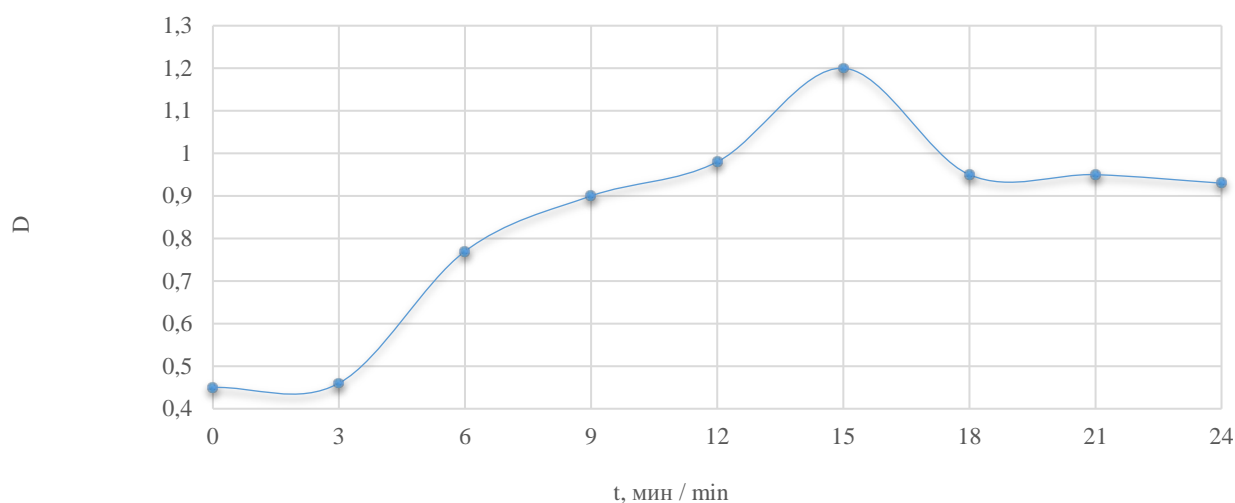


Рисунок 2. Изменение оптической плотности D от времени экстрагирования t, мин (образец № 1)

Figure 2. Change optical density D on duration of extraction t, min (sample № 1)

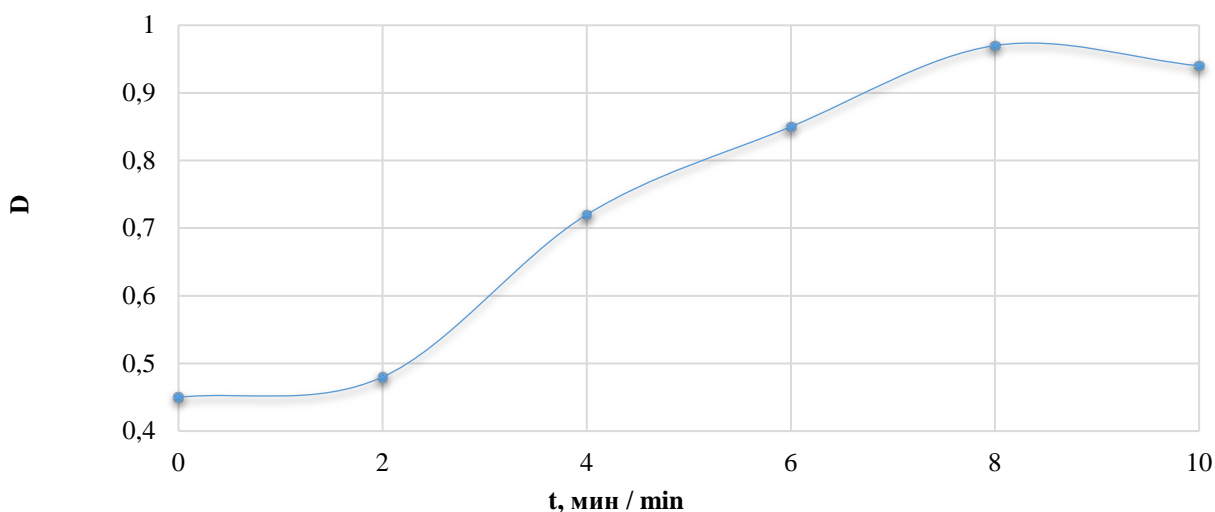


Рисунок 3. Изменение оптической плотности D от времени экстрагирования t, мин (образец № 2)

Figure 3. Change optical density D on duration of extraction t, min (sample № 2)

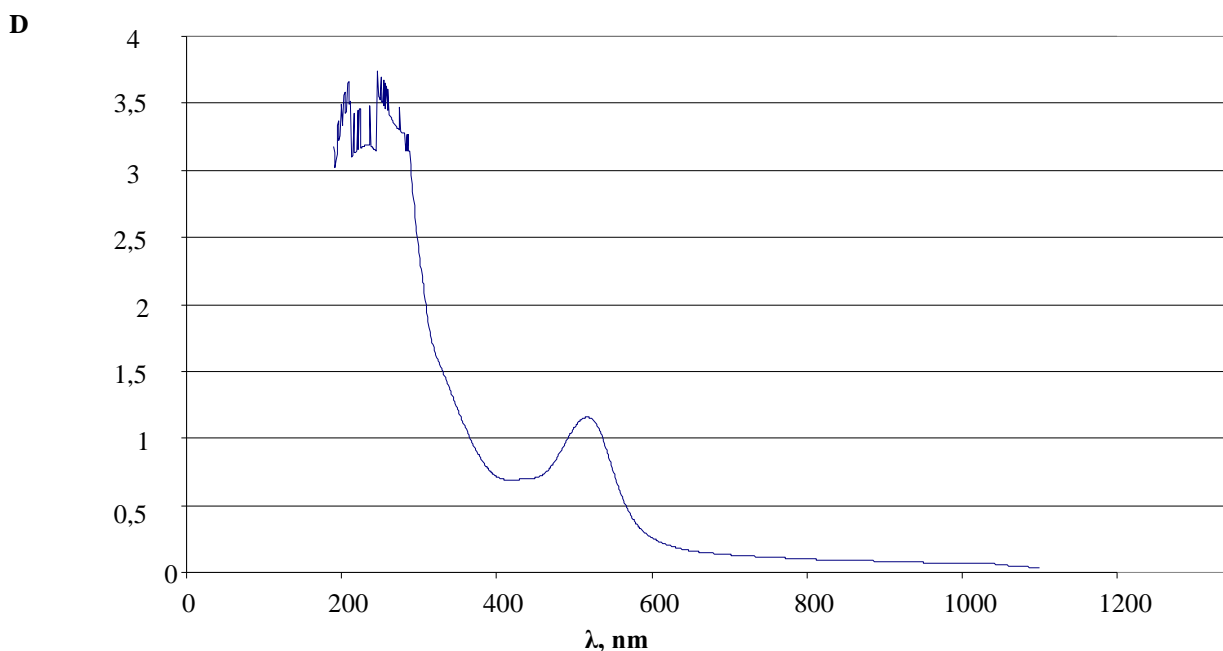


Рисунок 4. Дифференциальный спектр поглощения образца № 1

Figure 4. Sample 1 differential absorption spectrum

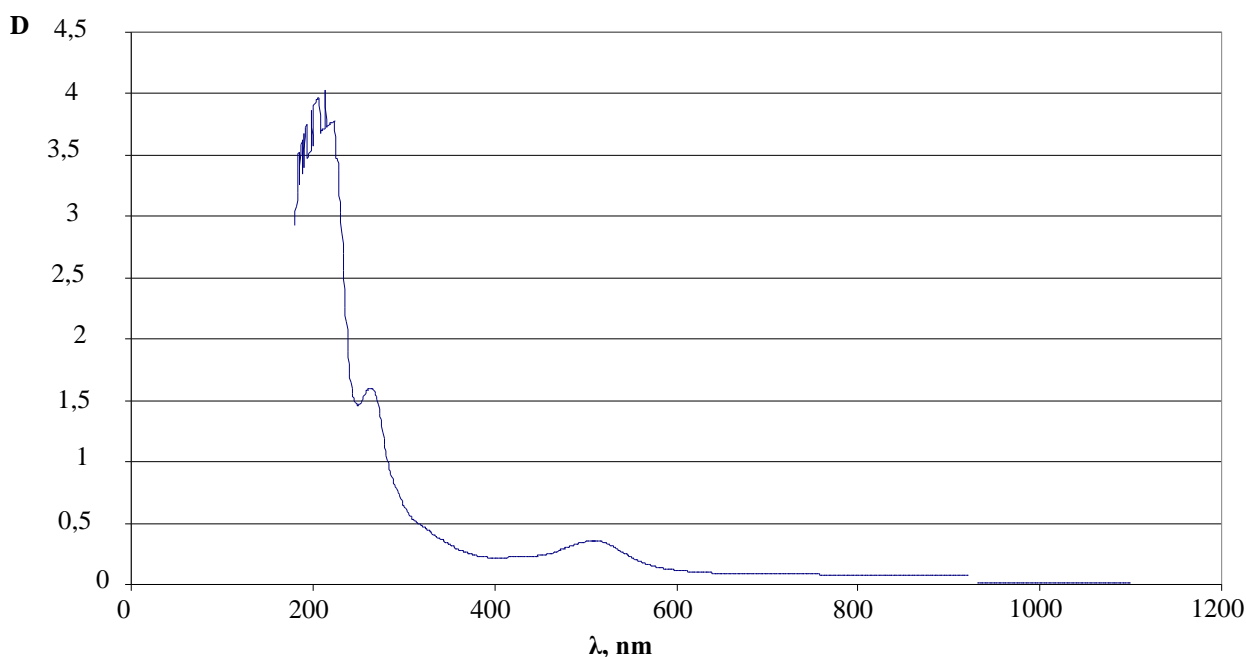


Рисунок 5. Дифференциальный спектр поглощения образца № 2

Figure 5. Sample 2 differential absorption spectrum

Анализ полученных спектров показал: в первом случае в области 530 нм наблюдается максимум светопоглощения, во втором в области 513 нм, вызванный наличием в полученных напитках антоцианов. На основании полученных результатов, делаем вывод,

напиток, приготовленный с применением метода ультразвукового экстрагирования, в своём составе имеет больше антоцианов, и, значит, обладает большей антиоксидантной активностью. Сопоставление характеристик

цветометрической и спектрофотометрической методик контроля цветности показало сходимость результатов.

Для количественного определения антоцианов использован прибор фотометр фотоэлектрический КФК-3-01. Содержание антоцианов определяли, измеряя оптическое поглощение анализируемых растворов при $\lambda_{\max} = 490$ нм в оптической кювете с толщиной слоя 10 мм.

Количество антоцианов в растворе (мг в 100 см³ р-ра) находили по формуле:

$$C_A = \frac{A_{490}^{pH=1}}{49} \times 100,$$

где C_A – концентрация антоцианов в растворе красителя, мг/100 см³; $A_{490}^{pH=1}$ – абсорбция света при $\lambda=490$ нм пробы анализируемого

раствора; 49 – коэффициент, рассчитанные по углу наклона калибровочного графика.

Результаты исследований следующие: содержание антоцианов в образце № 1 $C_A=0,293$ мг/100 см³; в образце № 2 $C_A=0,174$ мг/100 см³.

Заключение

Полученный с применением ультразвукового экстрагирования напитков по ряду показателей превосходит морс, приготовленный по традиционной технологии, а именно: увеличился выход биологически активных веществ, количество антоцианов и сахаров, также стал более насыщенный вкус, цвет напитка и аромат стал более ярким. Учитывая полученные результаты его можно рекомендовать как напиток функционального назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Оуэн С. Источник силы. СПб.: ТИД Амфора, 2012. С. 16, 41.

2 Макарова Н. В. Современные аспекты научных исследований антиоксидантных свойств цитрусовых фруктов, ягод и косточковых плодов: монография. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2013.

3 Скурихин И. М. Химический состав пищевых продуктов. М.: Агропромиздат, 1987.

4 Донченко Г. В., Кричковская Л. В., Чернышов С. И., Никитченко Ю. В. и др. Природные антиоксиданты (биотехнологические, биологические и медицинские аспекты): монография. Харьков: Модель Вселенной, 2011.

5 Мануковская М. В., Серченя М. В. Использование современных технологий в приготовлении настоек // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2015. № 2. С. 130–133.

6 Хмелев В. Н. и др. Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности. Барнаул: АлтГТУ, 2007. 416 с.

7 Мануковская М. В., Серченя М. В. Исследование антиоксидантной активности настоек из ежевики и клюквы, приготовленных методом ультразвукового экстрагирования // Вестник ВГУИТ. 2015. № 4. 98–103.

8 Lai J., Wang H., Wang D., Fang F., Wang F., Wu T. 2014. "Ultrasonic Extraction of Antioxidants from Chinese Sumac (*Rhus typhina* L.) Fruit Using Response Surface Methodology and Their Characterization." // *Molecules* V. 19, N. 7. pp. 9019–9032.

9 Gavrilova V., Kajdžanoska M., Gjamovski V., Stefova M. Separation, Characterization and Quantification of Phenolic Compounds in Blueberries and Red and Black Currants by HPLC–DAD–ESI–MSn. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2011. № 59 (8), pp. 4009–4018. DOI: 10.1021/jf104565y

10 Vagiri M., Ekholm A., Andersson S. C., Johansson E., Rumpunen K. An Optimized Method for Analysis of Phenolic Compounds in Buds, Leaves, and Fruits of Black Currant (*Ribes nigrum* L.) *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2012 60 (42), 10501–10510 DOI: 10.1021/jf303398z

REFERENCES

1 Owen S. Istochnik sily [The source of power] Saint-Petersburg, TID Amfora, 2012, pp. 16, 41. (in Russian).

2 Makarova N. V. Sovremennye aspekty nauchnykh issledovaniy antioksidantnykh svoystv tsitrusovukh fruktov, yagod i kostochkovukh plodov [Modern aspects of research antioxidant properties of citrus fruits, berries and stone fruits] Samara, SamGTU, 2013. (in Russian).

3 Skurikhin I. M. Khimicheskii sostav pishchevykh produktov [The chemical composition of foods] Moscow, Agropromizdat, 1987. (in Russian).

4 Donchenko G. V., Krichkovskaya L. V., Chernyshov S. I., Nikitchenko Yu. V. et al. Prirodnye antioksidanty (biotekhnologicheskie, biologicheskie i meditsinskie aspekty) [Natural antioxidants (biotechnology, biological and medical aspects)] Kharkov, Model' Vselennoi, 2011. (in Russian).

5 Manukovskaya M. V., Serchenya M. V. Use of modern technologies in the preparation of infusions. Ekonomika. Innovatsii. Upravlenie kachestvom [Economy. Innovation. Quality control] 2015, no. 2, pp. 130–133. (in Russian).

6 Khmelev V. N. et al. Ul'trazvukovye mnogofunktsional'nye i spetsializirovannye apparaty dlya intensivatsii tekhnologicheskikh protsessov v promyshlennosti [Ultrasonic multi-functional and specialized apparatus for an intensification of technological processes in the industry] Barnaul, AltGTU, 2007. 416 p. (in Russian).

7 Manukovskaya M. V., Serchenya M. V. A study of the antioxidant activity of tinctures of blackberries and cranberries, prepared by the method of ultrasonic extraction. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET] 2015, no. 4, pp. 98–103. (in Russian).

8 Lai J., Wang H., Wang D., Fang, F., Wang F., Wu T. 2014. "Ultrasonic Extraction of Antioxidants from Chinese Sumac (*Rhus typhina* L.) Fruit Using Response Surface Methodology and Their Characterization." Molecules V. 19, no. 7. pp. 9019–9032.

9 Gavrilova V., Kajdzanoska M., Gjamovski V., Stefova M. Separation, Characterization and Quantification of Phenolic Compounds in Blueberries and Red and Black Currants by HPLC–DAD–ESI–MSn. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2011. no. 59 (8), pp. 4009–4018. DOI: 10.1021/jf104565y

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья С. Родионова д. т. н., профессор, заведующий кафедрой сервиса и ресторанного бизнеса, декан факультета экономики и управления, Воронеж. гос. ун–т. инж. техн., пр–т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, rodionovast@mail.ru

Марина В. Мануковская к. т. н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронеж. гос. ун–т. инж. техн., пр–т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, manukovskaj@mail.ru

Александр Е. Небольсин ведущий конструктор, ОАО «Партнер», mks36@mail.ru

Мargarita В. Серченя студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронеж. гос. ун–т. инж. техн., пр–т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, serchenya.margarita@ya.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalia S. Rodionova Doc. Sci., professor, service and catering business head of chair, dean of the economics and management faculty, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, rodionovast@mail.ru

Marina V. Manukovskaya PhD, associate professor, service and catering business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, manukovskaj@mail.ru

Aleksandr E. Nebol'sin lead designer, JSC "Partner" mks36@mail.ru

Margarita V. Serchenya student, service and catering business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, serchenya.margarita@ya.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Наталья С. Родионова предложила методику проведения эксперимента

Марина В. Мануковская обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчеты

Александр Е. Небольсин консультация в ходе исследования

Мargarita В. Серченя написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 30.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 27.04.2016

CONTRIBUTION

Natalia S. Rodionova proposed a scheme of the experiment

Marina V. Manukovskaya review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Aleksandr E. Nebol'sin consultation during the study

Margarita V. Serchenya 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 3.30.2016

ACCEPTED 4.27.2016