Использование отходов переработки винограда в качестве источника комплекса биологически активных веществ

Надежда В. Макарова ¹	makarovnv1969@mail.ru	0000-0002-0112-0085
Динара Ф. Игнатова ¹	dinara-bakieva@mail.ru	0000-0002-1478-039X
Наталья Б. Еремеева ¹	rmvnatasha@rambler.ru	0000-0002-9632-6296

¹ Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская, 244, г. Самара, 443100, Россия

Аннотация. Целью работы является разработка оптимальной технологии извлечения комплекса веществ антиоксидантного действия из виноградных экстрактов, мало используемых в настоящее время, виноградной выжимки, сравнительное изучение влияния ультразвукового воздействия с традиционными инфузионными и микроволновыми методами облучения на общее содержание фенолов, флавоноидов, антоцианов, антирадикальную активность, восстанавливающую силу при экстракции отходов производства вина – виноградной выжимки. В качестве методов исследования были выбраны спектрофотометрические методы определения общего содержания фенолов, флавоноидов, антоцианов, антирадикальной активности со свободным радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил, восстанавливающей способности с реагентом FRAP, антиоксидантной активности на модели с линолевой кислотой. Именно применение ультразвуковой экстракции для виноградных выжимок позволяет получить более высокое содержание фенолов (1024 мг галловой кислоты/100 г), флавоноидов (562 мг катехина/100 г), антоцианов (987,45 мг цианидин-3-гликозида/100 г), антирадикальную активность (16,6 мг/см³), регенерирующую силу (17,01 ммоль Fe²⁺/1 кг), антиоксидантное действие (42,4%). Микроволновое излучение оказывает аналогичное влияние на уровень ряда показателей экстракта виноградной выжимки. Хотя показатели микроволновых экстрактов виноградных выжимок ниже по величине, чем ультразвуковых экстрактов. Для получения экстракта виноградной выжимки, который выступает в качестве компонента многих биологически активных добавок, а также косметических средств с высоким уровнем антиоксидантных веществ и антиоксидантной активностью, на основании проведенных исследований ультразвуковая обработка может быть рекомендована в качестве метода интенсификации при тех же температурных параметрах и времени процесса, что позволит получить экстракты с более высоким содержанием нутрицевтических веществ.

Ключевые слова: виноградный экстракт, антиоксиданты, флавоноиды, антоцианы, антирадикальная активность

Using of grape processing waste as a source of biologically active substances pack

Nadezhda V. Makarova ¹	makarovnv1969@mail.ru	0000-0002-0112-0085
Dinara F. Ignatova ¹	dinara-bakieva@mail.ru	0000-0002-1478-039X
Natalia B. Eremeyeva ¹	rmvnatasha@rambler.ru	0000-0002-9632-6296

¹ Samara State Technical University, st. Molodogvardeiskaya, 244, Samara, 443100, Russia

Abstract. The purpose of this work is to develop an optimal technology for extracting an antioxidant substances pack from grape extracts that are little used at present, grape pomace, a comparative study of the effect of ultrasound exposure with traditional infusion and microwave irradiation methods on the total content of phenols, flavonoids, anthocyanins, antiradical activity, restoring force when extracting wine production waste - grape pomace. Spectrophotometric methods for determining the total content of phenols, flavonoids, anthocyanins, antiradical activity with the free radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, restoring ability with the FRAP reagent, antioxidant activity in the model with linoleic acid were chosen as research methods. It is the application of ultrasonic extraction for grape pomace that allows obtaining a higher phenols content (1024 mg gallic acid / 100 g), flavonoids (562 mg catechin / 100 g), anthocyanins (987.45 mg cyanidin-3-glycoside / 100 g), antiradical activity (16.6 mg / cm³), regenerating force (17.01 mmol Fe²⁺ / 1 kg), antioxidant effect (42.4%). Microwave radiation has a similar effect on the level of a number of indicators of grape pomace extract. However, the indicators of microwave extracts of grape pomace are lower in value than ultrasonic extracts. According to the studies carried out, ultrasonic treatment at the same temperature parameters and process time can be recommended as an intensification method for grape pomace extract obtaining which can be a component of many biologically active additives, as well as cosmetics with a high level of antioxidant substances and antioxidant activity. This will provide extracts with a higher content of nutraceutical substances.

Keywords: grape extract, antioxidants, flavonoids, anthocyanins, anti-radical activity

Введение

Известно, что качество пищи влияет на состояние организма человека, а правильное питание служит средством профилактики многих заболеваний [1]. Виноградные выжимки, косточки, гребни, листья являются основными отходами в производстве вина и сока. В статье

китайских ученых [2] были изучены виноградные выжимки от винограда (*Vitis vinifera*): двух сортов Chardonnay (белый) и Tinta Cao (красный) на цитотоксичность и антипролиферативную активность на линиях рака Сасо-2 и НТ-29.

Также был исследован химический состав (общее содержание фенолов, индивидуальный

Для цитирования

Макарова Н.В., Игнатова Д.Ф. Еремеева Н.Б. Использование отходов переработки винограда в качестве источника комплекса биологически активных веществ // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 4. С. 207–212. doi:10.20914/2310-1202-2020-4-207-212

For citation

Makarova N.V., Ignatova D.F. Eremeyeva N.B. Using of grape processing waste as a source of biologically active substances pack. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 4. pp. 207–212. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-4-207-212

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

состав фенольных кислот методом ВЭЖХ (профиль свободных жирных кислот) и антиоксидантная активность (методами ORAC, DPPH, ABTS) виноградных выжимок. Результаты исследования показывают, что виноградные выжимки от винограда изученных сортов ингибируют пролиферацию клеток и улавливают свободные радикалы, а, следовательно, могут быть рекомендованы как компонент питания человека с профилактической направленностью.

Обнаружен [3] потенциальный противораковый эффект для виноградных выжимок винограда белого сорта Zalema против линии клеток аденокарциномы Caco-2. Для выжимок кроме того изучены индивидуальный состав веществ (флавонолов: катехина, эпикатехина, процианидинов и их изомеров, флавонолов: кверцетина, каэмпферола, фенольных кислот: галловой, кофейной, кумариновой) с помощью методов жидкостной хроматографии и масс-спектрометрии. На основании полученных результатов делается вывод, что виноградные выжимки могут выступать в качестве источника фенольных соединений, ингибирующих изменение клеток аденокарциномы и могут быть использованы как сырье в фармацевтической промышленности.

Для этанольного экстракта выжимок черного винограда была изучена [4] антимикробная активность против таких микроорганизмов как *E. coli* PTCC 1330, *Staphylococcus aureus* PTCC 1431, *Salmonella typhi* PTCC 1639, *Pseudomonas aeruginosa* PTCC 1310. Наиболее существенную активность экстракт выжимок винограда проявил против *Staphylococcus aureus*.

Из выжимок красного винограда из коллекции префектуры Nagano (Япония) был получен экстракт с использованием энзиматических ферментов [5]. Для экстрактов изучена антимикробная активность против *Escherichia coli* IFO 3301 и *Staphylococcus aureus* IFO 12732. Полученные результаты позволили авторам работы сделать вывод, что полифенолы ферментированного экстракта выжимок винограда являются натуральными антимикробными пищевыми агентами.

Испанские ученые получили фенольных экстракт из выжимок трех сортов винограда (*Vitis vinifera* L.): Tempranillo, Garnacha и Cabernet Sauvignon [6]. Для этого экстракта изучено общее содержание фенолов, индивидуальный состав, антимикробная активность против роста *Campylobacter jejuni* и *Campylobacter coli*.

Экстракт выжимок винограда был введен как компонент в высоко холестериную диету кроликов. Через 8 недель для кроликов были определены такие показатели как активность антиоксидантных ферментов, степень липидного перекисления в крови и тканях. Согласно полученным в экспериментах на кроликах данным,

выжимки винограда могут выступать в качестве средства снижающего риск образования холестеринных бляшек [7].

Комплексы биологически активных веществ из растительных материалов в основном получают с помощью экстракции. Для ее интенсификации используют различные технологии. Например, микроволновую экстракцию для получения комплекса антоцианинов из китайской восковницы (800 Вт, 40–80°C, 5–15 мин) [8], комплекса полифенолов с антиоксидантными и антимикробными свойствами из листьев оливы (250–350 Вт, 2–3 мин, DPPH и ABTS методы) [9]. В последние годы применяют ультразвуковую обработку. Например, для экстрагирования фенольных соединений из кожуры авокадо (5, 10, 15, 20 мин и 37 кГц) [10]. Результаты исследований растения *Beta vulgaris* показывают, что ультразвук оказывает положительное влияние на процесс экстрагирования фенолов и восстанавливающей силы, и негативное – на антирадикальную активность [11].

Таким образом, анализ представленных работ позволяет сделать вывод о большом влиянии технологии экстрагирования на уровень антиоксидантных веществ и саму антиоксидантную активность экстрактов растительного сырья.

Цель работы: 1) сравнительные исследования показателей общего содержания фенолов, флавоноидов, антирадикальной активности по улавливанию свободного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила, восстанавливающей силы, антиоксидантной активности для смеси отходов от переработки винограда (*Vitis vinifera* L.) винных сортов Левокумский, Лидия, Регент – виноградных выжимок для трех технологий экстрагирования (настаивание, микроволновое облучение, ультразвуковая обработка; 2) выбор наиболее оптимальной технологии экстрагирования из изученных.

Материалы и методы

Виноградные выжимки получали из трех сортов винограда урожая 2018 г.: Левокумский, Лидия, Регент, произрастающих на территории Самарской области. Повторность опыта трехкратная.

Экстракт виноградных выжимок готовили методами мацерации, с использованием микроволнового и ультразвукового излучения. Для экстракции виноградные выжимки измельчали до размера 1,0–2,0 мм. Навеску измельченных виноградных выжимок 1 г (для экстракта концентрацией 0,1 г/см³) помещали в колбу с притертой пробкой, добавляли 10 мл 98%-ого этилового спирта, разбавленного водой в соотношении 1:1.

Метод мацерации. Навеску со спиртом выдерживали в термостате при 37 °С в течение 2 ч при непрерывном перемешивании.

Использование микроволнового излучения. Навеску со спиртом обрабатывали микроволновым излучением мощностью 800 Вт в течение 1 мин.

Использование ультразвукового излучения. Навеску со спиртом обрабатывали ультразвуковым излучением мощностью 37 кГц 90 мин при 37° С.

Далее отделяли прозрачный слой экстракта центрифугированием на центрифуге в течение 15 мин при скорости 3000 об/мин.

Определение фенольных соединений проводили по методу [12]. Пересчет в мг галловой кислоты/100 г. виноградных выжимок проводили по калибровочной кривой (мг ГК/100 г.). Исследования содержания флавоноидов проводили по методу [13] с модификацией для экстракта виноградных выжимок. Пересчет в мг катехина / 100 г. виноградных выжимок проводили по калибровочной кривой (мг К/100 г.).

Антиоксидантную активность изучали колориметрией свободных радикалов методом DPPH (определение радикалудерживающей способности с использованием реактива 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила). Метод основан на реакции стабильного синтетического радикала DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразила), растворенного в этаноле, с образцом антиоксиданта, содержащегося в экстракте [14]. Антиоксидантную активность характеризуют по концентрации экстракта, при которой происходит 50%-ное ингибирование радикала DPPH антиоксидантом экстракта (E_{C50}). Торможение реакций окислительного распада происходит тем быстрее и антиоксидантная активность образцов тем выше, чем ниже показатель E_{C50} .

Исследование восстанавливающей силы проводили методом FRAP (определение железосвязывающей активности экстрактов) [15] с модификацией для экстракта виноградных выжимок. С пересчетом по калибровочной кривой в ммоль Fe^{2+} /1 кг исходного сырья.

Антиоксидантные свойства экстракта выжимок оценивали с использованием модельной системы с линолевой кислотой. Метод основан на регистрации перокисления линолевой кислоты, которое определяли по реакции веществ, реагирующих с радикалом аммония и хлоридом железа (II) при 500 нм, образующихся при нагревании при 40°С в течение 120 ч смеси из экстракта фруктов, линолевой кислоты, фосфотного буфера и Tween-20 [16]. Результаты рассчитывали в процентах ингибирования процессов окисления линолевой кислоты.

Результаты и обсуждение

Фенольные соединения проявляют антиоксидантную активность не только в растительных системах, но и в организме человека, благотворно влияя на состояние сердечно-сосудистой системы [17].

Содержание полифенолов в образцах колебалось от 826 мг ГК/100 г. для микроволнового экстракта до 1024 мг ГК/100 г. для ультразвукового (рисунок 1). Таким образом, в случае виноградных выжимок именно ультразвуковая экстракция является наиболее предпочтительной для получения более высокого уровня полифенолов.

Флавоноиды обладают многими видами фармакологической активности [18].

Ультразвуковой экстракт содержал наибольшее в опыте количество флавоноидов (562 мг К/100 г.), а микроволновой экстракт – наименьшее (353 мг К/100 г.). Экстракт виноградных выжимок, полученный традиционной технологией настаивания занял промежуточное значение (394 мг К/100 г.).

Антоцианы придают фруктам и овощам голубую, фиолетовую, пурпурную, оранжевую, розовую окраски. Кроме того, этот класс соединений обладает антиоксидантным действием, так и различными видами биологической активности и возможностью профилактики рака, диабета, артрита, сердечно-сосудистых расстройства [19].

Содержание антоцианов колебалось от 729,33 мг ЦГ/100 г. (экстракт, полученный методом настаивания) до 987,45 (ультразвуковой экстракт).

Интересно отметить, что ультразвук и в данном случае, как и для фенолов и флавоноидов, способствует переходу антоцианов в раствор не разрушая их.

Определение способности антиоксиданта улавливать радикалы – важная часть определения общей антиоксидантной активности пищевой системы [19]. Ультразвуковой экстракт виноградных выжимок имел наиболее высокие показатели антирадикальной активности, что, по нашему мнению, связано с высокими показателями по содержанию фенолов, флавоноидов, антоцианов.

В качестве метода оценки способности антиоксиданта тормозить катализирующее действие ионов металлов при окислении нами был выбран метод FRAP [19]. Самой высокой в опыте восстанавливающей силой (17,01 ммоль Fe^{2+} /1 кг) обладал ультразвуковой экстракт виноградных выжимок. Микроволновый экстракт и экстракт, полученный методом настаивания характеризовались более низкой железосвязывающей активностью – 6,66 и 13,32 ммоль Fe^{2+} /1 кг соответственно (рисунок 5).

Важная составляющая оценки эффективности «работы» антиоксиданта – способность тормозить окисление ненасыщенных кислот [19].

И в данных экспериментах очевидно несомненное лидерство ультразвуковой экстракт виноградных выжимок (42,4%) (рисунок 6).

Рисунок 1. Общее содержание полифенолов в виноградных выжимках в зависимости от технологии экстракции

Figure 1. The total content of polyphenols in grape pomace depending on the extraction technology

Рисунок 3. Содержания антоцианов в экстрактах виноградных выжимок в зависимости от технологии экстракции

Figure 3. The content of anthocyanins in grape pomace extracts depends on the extraction technology

Рисунок 5. Восстанавливающая сила для экстрактов виноградных выжимок в зависимости от технологии экстракции

Figure 5. Regenerating power for grape pomace extracts depending on the extraction technology

Рисунок 2. Содержание флавоноидов в экстрактах виноградных выжимок в зависимости от технологии экстракции

Figure 2. The content of flavonoids in grape pomace extracts depends on the extraction technology

Рисунок 4. Антирадикальная активность экстрактов виноградных выжимок в зависимости от технологии экстракции

Figure 4. Antiradical activity of grape pomace extracts depending on the extraction technology

Рисунок 6. Антиоксидантная активность в системе линолевая кислота для экстрактов виноградных выжимок в зависимости от технологии экстракции

Figure 6. Antioxidant activity in the linoleic acid system for grape pomace extracts depending on the extraction technology

Заключение

В результате сравнительного исследования влияния на содержание фенолов, флавоноидов, антоцианов, восстанавливающей силы, антирадикальной и антиоксидантной активности технологии экстрагирования на примере экстракта виноградных выжимок (отхода винодельческого производства) установлено положительное влияние ультразвуковой обработки, по сравнению с методами настаивания и микроволнового

облучения. Это позволяет рекомендовать введение ультразвуковой обработки в технологию получения экстрактов с целью увеличения содержания в них биологически активных веществ.

Благодарность

Работа выполнена в рамках государственного задания на фундаментальные исследования Самарского государственного технического университета № 0778-2020-0005.

Литература

- 1 Быков А.Т., Шапошников А.В., Маляренко Т.Н., Маляренко Ю.Е. Эффективность безлекарственных методов в профилактике рака, лечении и реабилитации онкологических больных // Медицинский вестник юга России. 2014. № 1. С. 5–14. doi: 10.21886/2219–8075–2014–1–5–14
- 2 Parry J.W., Li H., Liu J.-R., Zhou K. et al. Antioxidant activity, antiproliferation of colon cancer cells, and chemical composition of grape pomace // Food and Nutr. Sci. 2011. № 2. P. 530–540.
- 3 Jara-Palacios M.J., Hernanz D., Cifuentes-Gomez T., Escudero-Gilete M.L. et al. Assessment of white grape pomace from winemaking as source of bioactive compounds, and its antiproliferative activity // Food Chem. 2015. V. 183. P. 78–82.
- 4 Abtahi H., Ghazavi A., Karimi M. Antimicrobial activities of ethanol extract of black grape // Afr. J. Microbiol. Res. 2011. V. 5. № 25. P. 4446–4448.
- 5 Kabir F., Sultana M.S., Kurnianta H. Antimicrobial activities of grape (*Vitis vinifera* L.) pomace polyphenols as a source of naturally occurring bioactive components // Afr. J. Biotechnol. 2015. V. 14. № 26. P. 2157–2161.
- 6 Mingo E., Carrascosa A.V., de Pascual-Teresa S., Martinez-Rodriguez A.J. Grape phenolic extract potentially useful in the control of antibiotic resistant strains of *Campylobacter* // Adv. Microbiol. 2014. № 4. P. 73–80.
- 7 Choi Ch.-S., Chung H.-K., Choi M.-K., Kang M.-H. Effects of grape pomace on the antioxidant defense system in diet-induced hypercholesterolemic rabbits // Nutr. Res. Pract. 2010. V. 4 (2). P. 114–120.
- 8 Duan W., Jin Sh., Zhao G., Sun P. Microwave-assisted extraction of anthocyanins from Chinese bayberry and its effects on anthocyanin stability // Food Sci. Technol. 2015. V. 35. № 3. P. 524–530.
- 9 Şahin S., Samil R., Tan A.S.B., Barba F.J., et al. Solvent-free microwave-assisted extraction of polyphenols from olive tree leaves: antioxidant and antimicrobial properties // Molecules. 2017. V. 22. P. 1056–1068.
- 10 Husen R., Andou Y., Ismail A., Shirai Y. Effect of ultrasonic-assisted extraction on phenolic content of avocado // Malaysian J. Anal. Sci. 2014. V. 18. № 3. P. 690–694.
- 11 Ilghami A., Ghanbarzadeh S., Hamishehkar H. Optimization of the ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds, ferric reducing activity and antioxidant activity of the Beta vulgaris using response surface methodology // Pharmaceutical Sci. 2015. V. 21. P. 46–50.
- 12 Wu N., Fu K., Fu Y.-J., Zu Y.-G. et al. Antioxidant activities of extracts and main components of Pigeonpea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] leaves // Molecules. 2009. V. 14. P. 1032–1043.
- 13 Stoilova I.S., Wanner J., Jirovetz L., Trifonova D. et al. Chemical composition and antioxidant properties of Juniper berry (*Juniperus communis* L.) essential oil // Bulg. J. Agr. Sci. 2014. V. 20 (2). P. 227–237.
- 14 Cosme F., Pinto T., Vilela A. Phenolic compounds and antioxidant activity in grape juices: a chemical and sensory view // Beverages. 2018. V. 4. P. 22–29.
- 15 Banjarnahor S.D.S., Artani N. Antioxidant properties of flavonoids // Med. J. Indones. 2014. V. 23. № 4. P. 239–244.
- 16 Migue M.G. Anthocyanins: antioxidant and/or anti-inflammatory activities // J. Appl. Pharm. Sci. 2011. V. 1 (6). P. 7–15.
- 17 Zakizadeh M., Nabavi S.F., Nabavi S.M., Ebrahimzadeh M.A. *In vitro* antioxidant activity of flower, seed and leaves of *Alcea hyrcana* Grossh // Eur. Rev. Med. and Pharm. Sci. 2011. V. 15. P. 406–412.
- 18 Henriquez C., Almonacid S., Chiffelle I., Valenzuela T., et al. Determination of antioxidant capacity, total phenolic content and mineral composition of different fruit tissue of five apple cultivars grown in Chile // Chil. J. Agr. Res. 2010. V. 70. № 4. P. 523–536.
- 19 Terpin P., Bejak M., Abramovič H. A kinetic model for evaluation of the antioxidant activity of several rosemary extracts // Food Chem. 2009. V. 115 (2). P. 740–744.

References

- 1 Bykov A.T., Shaposhnikov A.V., Maliarenko T.N., Maliarenko Yu.E. Effectiveness of drug-free methods in cancer prevention, treatment and rehabilitation of cancer patients. Medical Bulletin of the South of Russia. 2014. no. 1. pp. 5–14. doi: 10.21886/2219–8075–2014–1–5–14 (in Russian).
- 2 Parry J.W., Li H., Liu J.-R., Zhou K. et al. Antioxidant activity, antiproliferation of colon cancer cells, and chemical composition of grape pomace. Food and Nutr. Sci. 2011. no. 2. pp. 530–540.
- 3 Jara-Palacios M.J., Hernanz D., Cifuentes-Gomez T., Escudero-Gilete M.L. et al. Assessment of white grape pomace from winemaking as source of bioactive compounds, and its antiproliferative activity. Food Chem. 2015. vol. 183. pp. 78–82.
- 4 Abtahi H., Ghazavi A., Karimi M. Antimicrobial activities of ethanol extract of black grape. Afr. J. Microbiol. Res. 2011. vol. 5. no. 25. pp. 4446–4448.
- 5 Kabir F., Sultana M.S., Kurnianta H. Antimicrobial activities of grape (*Vitis vinifera* L.) pomace polyphenols as a source of naturally occurring bioactive components. Afr. J. Biotechnol. 2015. vol. 14. no. 26. pp. 2157–2161.

- 6 Mingo E., Carrascosa A.V., de Pascual-Teresa S., Martinez-Rodriguez A.J. Grape phenolic extract potentially useful in the control of antibiotic resistant strains of *Campylobacter*. *Adv. Microbiol.* 2014. no. 4. pp. 73–80.
- 7 Choi Ch.-S., Chung H.-K., Choi M.-K., Kang M.-H. Effects of grape pomace on the antioxidant defense system in diet-induced hypercholesterolemic rabbits. *Nutr. Res. Pract.* 2010. vol. 4 (2). pp. 114–120.
- 8 Duan W., Jin Sh., Zhao G., Sun P. Microwave-assisted extraction of anthocyanins from Chinese bayberry and its effects on anthocyanin stability. *Food Sci. Technol.* 2015. vol. 35. no. 3. pp. 524–530.
- 9 Şahin S., Samil R., Tan A.S.B., Barba F.J., et al. Solvent-free microwave-assisted extraction of polyphenols from olive tree leaves: antioxidant and antimicrobial properties. *Molecules.* 2017. vol. 22. pp. 1056–1068.
- 10 Husen R., Andou Y., Ismail A., Shirai Y. Effect of ultrasonic-assisted extraction on phenolic content of avocado. *Malaysian J. Anal. Sci.* 2014. vol. 18. no. 3. pp. 690–694.
- 11 Ilghami A., Ghanbarzadeh S., Hamishehkar H. Optimization of the ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds, ferric reducing activity and antioxidant activity of the *Beta vulgaris* using response surface methodology. *Pharmaceutical Sci.* 2015. vol. 21. pp. 46–50.
- 12 Wu N., Fu K., Fu Y.-J., Zu Y.-G. et al. Antioxidant activities of extracts and main components of Pigeonpea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] leaves. *Molecules.* 2009. vol. 14. pp. 1032–1043.
- 13 Stoilova I.S., Wanner J., Jirovetz L., Trifonova D. et al. Chemical composition and antioxidant properties of Juniper berry (*Juniperus communis* L.) essential oil. *Bulg. J. Agr. Sci.* 2014. vol. 20 (2). pp. 227–237.
- 14 Cosme F., Pinto T., Vilela A. Phenolic compounds and antioxidant activity in grape juices: a chemical and sensory view. *Beverages.* 2018. vol. 4. pp. 22–29.
- 15 Banjarnahor S.D.S., Artani N. Antioxidant properties of flavonoids. *Med. J. Indones.* 2014. vol. 23. no. 4. pp. 239–244.
- 16 Migue M.G. Anthocyanins: antioxidant and/or anti-inflammatory activities. *J. Appl. Pharm. Sci.* 2011. vol. 1 (6). pp. 7–15.
- 17 Zakizadeh M., Nabavi S.F., Nabavi S.M., Ebrahimzadeh M.A. In vitro antioxidant activity of flower, seed and leaves of *Alcea hyrcana* Grossh. *Eur. Rev. Med. and Pharm. Sci.* 2011. vol. 15. pp. 406–412.
- 18 Henriquez C., Almonacid S., Chiffelle I., Valenzuela T., et al. Determination of antioxidant capacity, total phenolic content and mineral composition of different fruit tissue of five apple cultivars grown in Chile. *Chil. J. Agr. Res.* 2010. vol. 70. no. 4. pp. 523–536.
- 19 Terpin P., Bejak M., Abramović H. A kinetic model for evaluation of the antioxidant activity of several rosemary extracts. *Food Chem.* 2009. vol. 115 (2). pp. 740–744.

Сведения об авторах

Надежда В. Макарова д.х.н., профессор, зав. кафедрой, кафедра технологии и организации общественного питания, Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская, 244, г. Самара, 443100, Россия, makarovav1969@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0112-0085>

Динара Ф. Игнатова к.т.н., доцент, кафедра технологии и организации общественного питания, Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская, 244, г. Самара, 443100, Россия, dinara-bakieva@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1478-039X>

Наталья Б. Еремеева к.т.н., доцент, кафедра технологии и организации общественного питания, Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская, 244, г. Самара, 443100, Россия, rmvnatasha@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9632-6296>

Вклад авторов

Надежда В. Макарова консультация в ходе исследования
Динара Ф. Игнатова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат
Наталья Б. Еремеева предложила методику проведения эксперимента

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Nadezhda V. Makarova Dr. Sci. (Chem.), professor, head of department, technology and organization of catering department, Samara State Technical University, Molodogvardeiskaya, 244 Samara, 443100, Russia, makarovav1969@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0112-0085>

Dinara F. Ignatova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology and organization of catering department, Samara State Technical University, Molodogvardeiskaya, 244 Samara, 443100, Russia, dinara-bakieva@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1478-039X>

Natalia B. Eremeyeva Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology and organization of catering department, Samara State Technical University, Molodogvardeiskaya, 244 Samara, 443100, Russia, rmvnatasha@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9632-6296>

Contribution

Nadezhda V. Makarova consultation during the study
Dinara F. Ignatova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism
Natalia B. Eremeyeva proposed a scheme of the experiment

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 21/10/2020	После редакции 10/11/2020	Принята в печать 28/11/2020
Received 21/10/2020	Accepted in revised 10/11/2020	Accepted 28/11/2020