

ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ОБОГАЩЕННЫХ НАПИТКОВ ПРИ ХРАНЕНИИ

Н.В. Сербина¹, *serbina_na@usue.ru*
В.М. Позняковский², *pvm1947@bk.ru*
Р.И. Фаткуллин³, *fatkullinri@susu.ru*
И.В. Калинина³, *kalininaiv@susu.ru*
Д.Н. Журавлева³, *dara.kuzovleva.99@mail.ru*
И. Воропай³, *hohol_120@inbox.ru*

¹ Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

² Кемеровский государственный медицинский университет, Кемерово, Россия

³ Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

Аннотация. Целью настоящего исследования стало изучение возможности и целесообразности использования инновационной упаковки для хранения напитков функционального назначения, в том числе обогащенных антиоксидантами. Используемая в исследованиях упаковка разработана ООО «АДК Технологии» и позволяет осуществить хранение биологически активного вещества в сухом виде отдельно от жидкой системы продукта в непрозрачном пластиковом отсеке крышки, предотвращая, таким образом, нежелательные процессы деградации биологически активного вещества при хранении напитка. В настоящем исследовании в качестве функционального ингредиента антиоксидантного действия использовался флавоноид дигидрохверцетин. Для оценки эффективности упаковки исследуемые образцы напитков, контрольного и обогащенного, подвергали процедурам ускоренного старения с корректировкой двух факторов воздействия: температуры и света. В рамках исследования была проведена оценка стойкости напитка к помутнению (прозрачности), определена массовая доля флавоноидов в пересчете на дигидрохверцетин и антиоксидантная активность DPPH методом. Результаты показали, что применение инновационной упаковки для хранения функциональных напитков позволило обеспечить абсолютную стабильность определяемых показателей. Так, снижение прозрачности через 72 часа в условиях ускоренного старения (что эквивалентно 6 месяцев хранения в рекомендуемом режиме) было зафиксировано в 1 балл, тогда как при использовании традиционной упаковки коллоидные процессы активно протекали уже после 48 часов хранения. При использовании инновационной упаковки снижения массовой доли флавоноидов и антиоксидантной активности напитков зафиксировано не было. Тогда как применение традиционной упаковки привело к потере количественного содержания дигидрохверцетина и снижению значения антиоксидантной активности более чем на 30 %. Полученные в ходе проведенных исследований результаты показали целесообразность использования инновационной упаковки ООО «АДК Технологии» для обеспечения стабильности показателей качества безалкогольных напитков и сохранения их функциональных свойств в течение заявленного срока хранения.

Ключевые слова: функциональные напитки, инновационная упаковка, антиоксидантная активность, хранение

Благодарности. Статья выполнена при финансовой поддержке гранта Фонда содействия инноваций (предоставленная для исследований упаковка) и Президента РФ для молодых ученых для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-3690.2021.5 (исследования по оценке стабильности дигидрохверцетина в составе напитков).

Для цитирования: Оценка стабильности антиоксидантных свойств обогащенных напитков при хранении / Н.В. Сербина, В.М. Позняковский, Р.И. Фаткуллин и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2022. Т. 10, № 1. С. 49–57. DOI: 10.14529/food220106

Original article
DOI: 10.14529/food220106

ASSESSMENT OF STABILITY OF ANTIOXIDANT PROPERTIES OF ENRICHED BEVERAGES DURING STORAGE

N.V. Serbina¹, *serbina_na@usue.ru*
V.M. Pozniakovsky², *pvm1947@bk.ru*
R.I. Fatkullin³, *fatkullinri@susu.ru*
I.V. Kalinina³, *kalininaiv@susu.ru*
D.N. Zhuravleva³, *dara.kuzovleva.99@mail.ru*
I. Voropay³, *hohol_120@inbox.ru*

¹ Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

² Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia

³ South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

Abstract. The purpose of this study was to investigate the possibility and feasibility of using innovative packaging for storing functional drinks, including those enriched with antioxidants. The packaging used in the research was developed by LLC “ADK Technologies” and makes it possible to store the biologically active substance in a dry form separately from the liquid system of the product in an opaque plastic compartment cover, thus preventing undesirable degradation processes of the biologically active substance during storage of the beverage. In the present study, the flavonol dihydroquercetin was used as a functional ingredient of antioxidant action. To assess the effectiveness of the packaging, the test beverage samples, control and enriched, were subjected to accelerated aging procedures with correction of two exposure factors: temperature and light. The study assessed the drink's resistance to clouding (transparency), determined the mass fraction of flavonoids in terms of dihydroquercetin and the antioxidant activity by the DPPH method. The results showed that the use of innovative packaging for storage of functional drinks allowed to provide absolute stability of the indices determined. Thus, a decrease in transparency after 72 hours under conditions of accelerated aging (equivalent to 6 months of storage in the recommended mode) was fixed at 1 point, whereas when using traditional packaging colloidal processes were active already after 48 hours of storage. No decrease in the mass fraction of flavonoids and in the antioxidant activity of the beverages was observed with the use of innovative packaging. Whereas the use of traditional packaging resulted in a loss of quantitative dihydroquercetin content and antioxidant activity by more than 30%. The results obtained in the course of the research showed the feasibility of using the innovative packaging of LLC "ADK Technologies" to ensure the stability of quality indicators of non-alcoholic beverages and preserve their functional properties during the declared shelf life.

Keywords: functional beverages, innovative packaging, antioxidant activity, storage

Acknowledgments. This article was supported by a grant from the Foundation for the Promotion of Innovation (packaging provided for research) and the President of the Russian Federation for state support for young Russian scientists – candidates of science MK-3690.2021.5 (research on the assessment of the stability of dihydroquercetin in the composition of beverages).

For citation: Serbina N.V., Pozniakovsky V.M., Fatkullin R.I., Kalinina I.V., Zhuravleva D.N., Voropay I. Assessment of stability of antioxidant properties of enriched beverages during storage. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2022, vol. 10, no. 1, pp. 49–57. (In Russ.) DOI: 10.14529/food220106

Введение

Согласно данным Института питания РАМН формула пищи человека III тысячелетия – это постоянное использование в рационе, наряду с традиционными пищевыми продуктами, функциональных продуктов и биологически активных добавок (БАД) [8].

Принятые Правительством Российской Федерации Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г. (распоряжение Правительства РФ от 29 июня 2016 г. № 1364-р) и Основы государственной политики в области здорового питания населения на период до 2025 г. (Приказом Минздрава России от 15.01.2020 № 8) предполагают научно обоснованное развитие пищевой промышленности. В качестве актуальных направлений развития можно рассматривать: создание условий для производства пищевой продукции нового поколения с заданным химическим составом; организацию научных исследований, направленных на повышение пищевой ценности продуктов питания; разработку сбалансированных рецептур и совершенствование технологических приемов стабилизации качества пищевой продукции [1, 3, 6].

Значительную часть ассортимента функциональной продукции занимают безалкогольные напитки, как пищевая система, удобная для обогащения и доставки функциональных ингредиентов в организм человека. Вместе с тем, до сих пор остается нерешенным вопрос сохранения функциональных свойств напитков в течение заявленных сроков хранения. Известно, что значительная часть функциональных ингредиентов – это вещества, обладающие низким уровнем термической, химической стойкости, склонные к потере биоактивных свойств в процессе хранения [2, 4, 5, 8].

По этой причине поиск подходов, позволяющих сохранить заявленную эффективность функциональных продуктов/напитков в течение срока их хранения, является актуальным. Решением поставленной задачи может быть использование инновационных видов упаковки, обеспечивающих хранение биологически активных компонентов в сухом виде, отдельно от жидкой системы основного продукта и их смешивание непосредственно перед употреблением напитка.

Оценка целесообразности использования такого вида упаковки для сохранения антиок-

сидантных свойств безалкогольных напитков и определяет цель настоящего исследования.

Материалы и методы

Для исследования в качестве базовой была использована рецептура безалкогольного негазированного напитка, разработанная ООО «АДК Технологии». Для обогащения напитка и придания ему функциональных свойств применялся растительный антиоксидант дигидрокверцетин, изготовитель ООО «Таксифолия», Белгород. Выпускается согласно ТУ 9197-001-99964074-09.

Дигидрокверцетин – флаванол, антиоксидантная активность которого значительно превосходит многие соединения флавоноидного ряда благодаря особому строению молекулы [9–14].

ДГК относится к 6 классу безопасности, что означает его абсолютную нетоксичность. Опыты на животных показали, что при пероральном введении до 10 г/кг живого веса не было обнаружено нарушений функционального состояния организма [3, 18].

Европейское агентство по безопасности продуктов питания (EFSA) опубликовало окончательное научное мнение о безопасности применения дигидрокверцетина в качестве нового пищевого ингредиента. Дигидрокверцетин вносили в состав напитка в количестве 30 % от рекомендуемой нормы его потребления [7, 9, 15].

В рамках исследований проводили оценку целесообразности применения хранения биологически активного вещества в сухом виде за счет использования инновационной упаковки для обеспечения сохранности антиоксидантных свойств обогащенного напитка.

Для достижения поставленной цели был сформирован план эксперимента, представленный на рис. 1.

Таким образом, была сформирована следующая номенклатура объектов исследования:

образец 1 – контрольная рецептура напитка без БАД в традиционной упаковке ПЭТ;

образец 2 – напиток с добавлением антиоксиданта дегидрокверцетина в традиционной упаковке ПЭТ;

образец 3 – напиток с добавлением антиоксиданта дегидрокверцетина в инновационной упаковке ООО «АДК Технологии» (рис. 2).

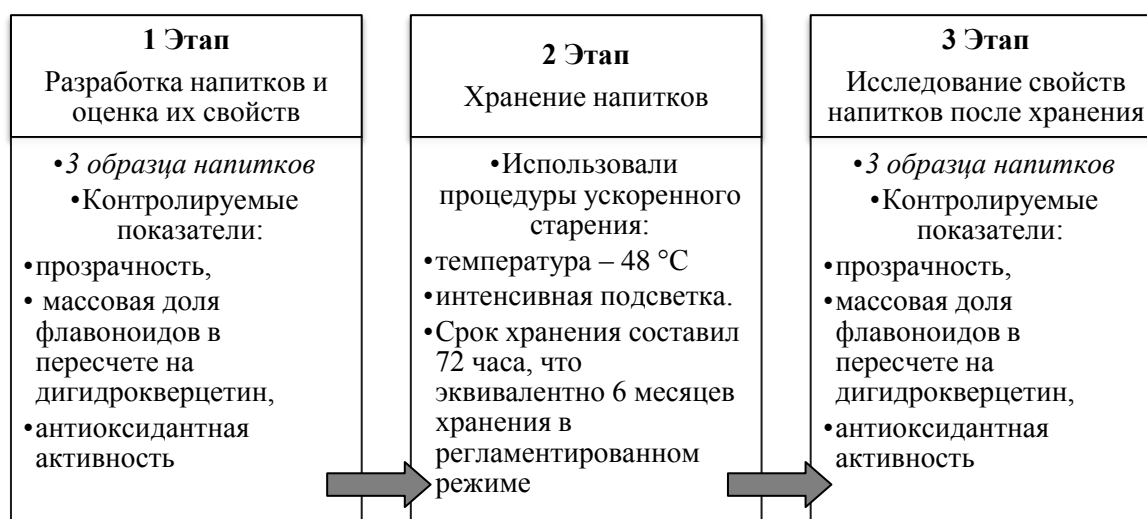


Рис. 1. Обобщенная схема исследований

При закладке на хранение использовали метод ускоренного тестирования срока хранения – ASLT (Accelerated Shelf Life Testing), сокращая процесс получения необходимых экспериментальных данных. При этом для ASLT метода было использовано 2 действующих фактора:

- температура (использовался режим 48 °С);
- интенсивная подсветка со спектральной характеристикой дневного света.



Рис. 2. Инновационная ПЭТ-упаковка для напитков, разработанная ООО «АДК Технологии»

При таком сочетании факторов соответствие временных промежутков было принято, как:

- 24 ч – 2 месяцев хранения;
- 48 ч – 4 месяцев хранения;
- 72 ч – 6 месяцев хранения.

Указанные временные промежутки были приняты за контрольные точки при решении задач второго этапа исследований.

В качестве оцениваемых показателей были определены:

– прозрачность – визуально с использованием 5-балловой шкалы:

- 5 баллов – прозрачный с блеском;
- 4 балла – прозрачный, но без блеска;
- 3 балла – слабо опалесцирующий;
- 2 балла – тусклый со значительной опалесценцией;
- 1 балл – мутный непрозрачный;

– массовая доля флавоноидов – определяли спектрофотометрически с хлоридом алюминия (модификация метода определения содержания флавоноидов по Фармакопее XIII);

– антиоксидантная активность – определяли методом DPPH [17, 18].

Результаты исследования и их обсуждение

Стойкость безалкогольных напитков, определяемая на основе оценки прозрачности, является важной характеристикой их потребительских свойств и обуславливает, в конечном счете, формирование предпочтений потребителей. По этой причине поиск решений, направленных на обеспечение гарантированной стабильности безалкогольных напитков, является крайне актуальным. В значительной степени это относится к функциональным напиткам, поскольку потеря прозрачности, как коллоидный процесс, зачастую сопряжена с деградацией биологически

активных веществ и потерей функциональных свойств напитков.

Проверка данной гипотезы и осуществлялась на следующем этапе исследований, при контроле количественного содержания биологически активного вещества и показателей, характеризующих функциональные свойства напитков, в нашем случае, антиоксидантной активности.

Представленные на рис. 3 значения стойкости напитков (по визуальной оценке прозрачности в условиях ускоренного старения) свидетельствуют о том, что наиболее стойким является напиток с дигидрохверцетином, хранившийся в инновационной упаковке, потеря прозрачности составила 1 балл за 6 месяцев. Это обусловлено, в первую очередь, исключением значительной доли сухих веществ, склонных к деградации и участвующих в формировании коллоидных помутнений, из жидкой фазы напитка, что позволило минимизировать нежелательные процессы. Наиболее интенсивно коллоидные процессы помутнения протекали в напитке с дигидрохверцетином, изначально внесенным в систему напитка, и хранившимся в традиционной ПЭТ-упаковке, что в целом подтверждается данными, представленными в литературе [11, 13, 15–18].

Наибольший интерес в рамках исследования вызывало отслеживание динамики количественного содержания функционального ингредиента и функциональных свойств напитков (оценивались для образцов 2 и 3).

Так, представленные на рис. 4а данные свидетельствуют о том, что использование

экспериментального режима хранения функционального ингредиента в сухом защищенном от УФ виде с применением упаковки ООО «АДК Технологии», с внесением ингредиента перед непосредственным употреблением напитка (в нашем случае исследованном), позволяет обеспечить выраженный эффект количественного сохранения биологически активного вещества – дигидрохверцетина. При использовании традиционной ПЭТ-упаковки количественное содержание флавоноидов (в пересчете на дигидрохверцетин) с учетом используемого уровня закладки в рецептуру уже через 4 месяца хранения было недостаточным и не позволяло отнести напиток (образец 2) к категории функциональных (ГОСТ 56543-2015).

Через 6 месяцев хранения в традиционном режиме содержание дигидрохверцетина снизилось более чем на 30 %. Эти изменения можно нивелировать, увеличив закладку биологически активного вещества в рецептуру, что, однако, сопряжено с увеличением стоимости напитка и может привести к избыточной дозе дигидрохверцетина при употреблении свежеприготовленных напитков.

Отмеченные потери антиоксиданта отразились и на значении антиоксидантной активности напитка, которая для образца 2 снизилась на 38,4 % через 6 месяцев хранения. Для образца 3 колебания антиоксидантной активности в течение всего периода исследования были статистически незначимы. Использование инновационной упаковки позволило в полной мере сохранить функциональные свойства в течение заявленного срока хранения.

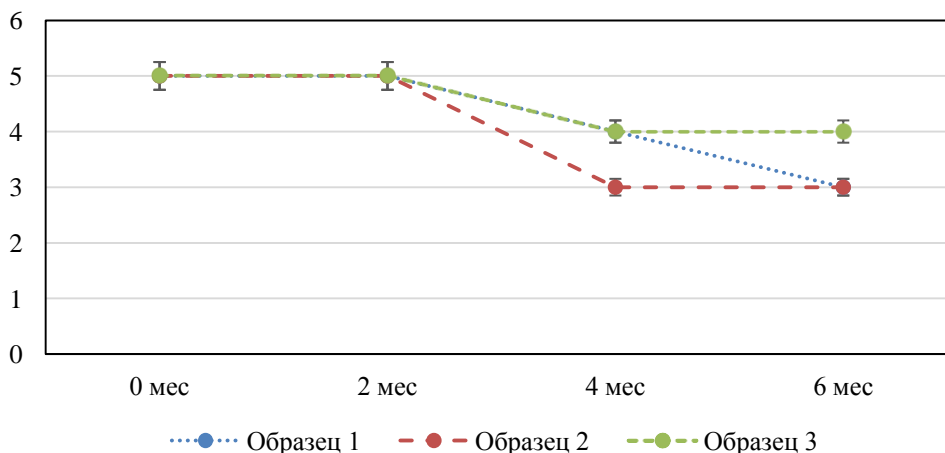


Рис. 3. Динамика стойкости исследуемых образцов напитков при традиционном режиме хранения, баллы (n = 3)

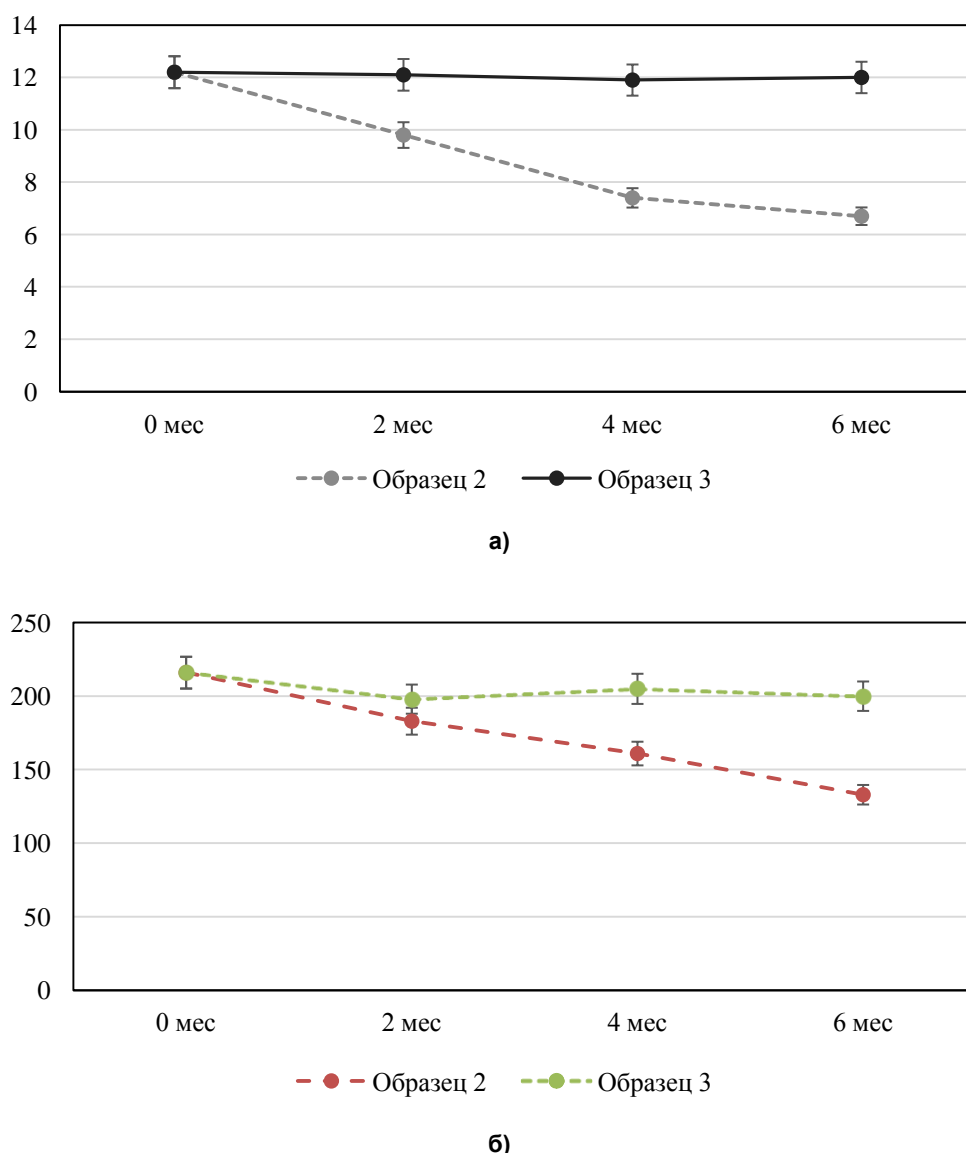


Рис. 4. Динамика показателей АОА и содержание флавоноидов в исследуемых образцах напитков:
а – содержание флавоноидов, мг; б – АОА, DPPH, %

Заключение

Полученные в ходе проведенных исследований результаты показали целесообразность использования инновационной упаковки ООО «АДК Технологии» для обеспечения стабильности показателей качества безалкогольных напитков и сохранения их функциональных свойств в течение заявленного срока хранения.

Антиоксидантные свойства напитка, заложенного на хранение в инновационной упа-

ковке, на конец хранения были сопоставимы с исходными значениями. Тогда как при использовании традиционной упаковки ПЭТ снижение контролируемого показателя составило около 40 %.

Вместе с тем, для более глубокой оценки эффективности упаковки требуется развитие исследований, в том числе в направлении расширения используемых видов напитков и биологически активных веществ, используемых для их обогащения.

Литература

1. Борисенко А.А. Алгоритмы и комплекс программ для разработки рецептур и оценки качества нутриентнобалансированных поликомпонентных пищевых продуктов: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18. Ставрополь, 2006. 202 с.
2. Антиоксиданты. Термины и определения / Е.Б. Бурлакова, В.М. Мисин, Н.Г. Храпова, А.Ю. Завьялов. М.: Изд-во РУДН, 2010. 63 с.
3. Глобальный план действий по профилактике неинфекционных заболеваний и борьбе с ними на 2013–2020 гг. URL: <https://www.who.int/nmh/publications/ncd-action-plan/ru>.
4. Корулькин Д.Ю. Природные флавоноиды / Д.Ю. Корулькин, Ж.А. Абилов, Р.А. Музычкина, Г.А. Толстикова. Новосибирск: Тео, 2007. 232 с.
5. Калинина И.В. Результаты влияния кавитационных эффектов ультразвука на степень экстракции биологически активных веществ из растительного сырья / И.В. Калинина, И.Ю. Потороко, Р.И. Фаткуллин и др. // Аграрный вестник Урала. 2017. № 10 (164). С. 30–35.
6. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г., утв. распоряжением Правительства РФ от 29 июня 2016 г. № 1364-р.
7. МР 2.3.1.1915-04. Методические рекомендации. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ.
8. Пищевые ингредиенты в создании современных продуктов питания / В.А. Тютельян, А.П. Нечаев, О.В. Багрянцева и др. М.: ДеЛи плюс, 2013. 520 с.
9. Scientific Opinion on taxifolin-rich extract from Dahurian Larch (*Larix gmelinii*). URL: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4682>.
10. Lin J., Zhou W. Role of quercetin in the physicochemical properties, antioxidant and antiglycation activities of bread // *Journal of Functional Foods*. 2018. Vol. 40. P. 299–306.
11. Ribnicky D.M. Artemisia dracunculus L. polyphenols complexed to soy protein show enhanced bioavailability and hypoglycemic activity in C57BL/6 mice / D.M. Ribnicky, D.E. Roopchand, A. Poulev, P. Kuhn, A. Oren et al. // *Nutrition*. 2014. Vol. 30. P. S4–S10.
12. Teselkin Yu.O. Dihydroquercetin as a means of antioxidative defence in rats with tetrachloromethane hepatitis / Yu.O. Teselkin, I.V. Babenkova, V.K. Kolhir et al. // *Phytotherapy Research*. 2000. Vol. 14(3). P. 160–162.
13. Antiproliferative and antioxidant activity of new dihydroquercetin derivatives / V.S. Rogovskii, A.I. Matiushin, N.L. Shimanovskii et. al. // *Eksp. Klin. Farmakol.* 2010. Vol. 73. P. 39–42.
14. Application of ultrasonic waves for the improvement of particle dispersion in drinks / R. Fatkullin, N. Popova, I. Kalinina et. al. // *Agronomy Research*. 2017. Vol. 15. P. 1295–1303.
15. Dihydroquercetin (DHQ) induced HO-1 and NQO1 expression against oxidative stress through the Nrf2-dependent antioxidant pathway / L. Liang, C. Gao, M. Luo et. al. // *J. Agric. Food Chem.* 2013. Vol. 61. P. 2755–2761.
16. Dihydroquercetin as a means of antioxidative defence in rats with tetrachloromethane hepatitis / Y.O. Teselkin, I. Babenkova, V. Kolhir et. al. // *Phytother. Res.* 2000. Vol. 14. P. 160–162.
17. Potoroko I.Yu. Sonochemical Micronization of Taxifolin Aimed at Improving Its Bioavailability in Drinks for Athletes / I.Yu. Potoroko, I.V. Kalinina, N.V. Naumenko et. al. // *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. 3, pp. 90–100. DOI: 10.14529/hsm180309
18. Potoroko I.Yu. Possibilities of Regulating Antioxidant Activity of Medicinal Plant Extracts / I.Yu. Potoroko, I.V. Kalinina, N.V. Naumenko et. al. // *Human. Sport. Medicine*, 2017, vol. 17, no. 4, pp. 77–90. DOI: 10.14529/hsm170409

References

1. Borisenko A.A. *Algoritmy i kompleks programm dlya razrabotki retseptur i otsenki kachestva nutrientnosbalansirovannykh polikomponentnykh pishchevykh produktov* [Algorithms and a complex of programs for development of recipes and quality assessment of nutrient balance of polycomponent food products: author's abstract of the dissertation for a degree of the candidate of technical sciences]. Stavropol, 2006. 24 p.
2. Burlakova E.B., Misin V.M., Khrapova N.G., Zavyalov A.Yu. *Antioksidanty. Terminy i opredeleniya* [Antioxidants. Terms and definitions]. Moscow, 2010. 63 p.
3. *Global'nyy plan deystviy po profilaktike neinfektsionnykh zabolevaniy i bor'be s nimi na 2013–2020 gg.* [Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases 2013–2020]. URL: <https://www.who.int/nmh/publications/ncd-action-plan/ru>.
4. Korulkin D.Y., Abilov J.A., Muzykin R.A., Tolstikov G.A. *Prirodnye flavonoidy* [Natural flavonoids]. Novosibirsk, 2007. 232 p.
5. Kalinina I.V., Potoroko I.Yu., Fatkullin R.I. The influence of ultrasound cavitation on the extraction level of biologically active substances from vegetative raw materials. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 2017, no. 10 (164), pp. 30–35. (In Russ.)
6. *Strategiya povysheniya kachestva pishchevoy produkcii v Rossiyskoy Federatsii do 2030 g., utv. rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 29 iyunya 2016 g. № 1364-r* [The strategy for improving the quality of food products in the Russian Federation until 2030, approved by Order of the Government of the Russian Federation no. 1364–29.06.2016].
7. *MR 2.3.1.1915-04. Metodicheskie rekomendatsii. Rekomenduemye urovni potrebleniya pishchevykh i biologicheskii aktivnykh veshchestv* [Methodical recommendations MR 2.3.1.1915-04, Recommended levels of consumption of food and biologically active substances], 2004.
8. Tutelyan V.A., Nechaev A.P., Bagryantseva O.V. et al. *Pishchevye ingredienty v sozdanii sovremennykh produktov pitaniya* [Food ingredients in the creation of modern food products]. 2013. 520 p.
9. *Scientific Opinion on taxifolin-rich extract from Dahurian Larch (Larix gmelinii)*. URL: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4682>.
10. Lin J., Zhou W. Role of quercetin in the physicochemical properties, antioxidant and antiglycation activities of bread. *Journal of Functional Foods*, 2018, vol. 40, pp. 299–306.
11. Ribnicky D.M., Roopchand D.E., Poulev A., Kuhn P., Oren A. et al. Artemisia dracunculus L. polyphenols complexed to soy protein show enhanced bioavailability and hypoglycemic activity in C57BL/6 mice. *Nutrition*, 2014, vol. 30, pp. S4–S10.
12. Teselkin Yu.O., Babenkova I.V., Kolhir V.K. et al. Dihydroquercetin as a means of antioxidative defence in rats with tetrachloromethane hepatitis. *Phytotherapy Research*, 2000, vol. 14(3), pp. 160–162.
13. Rogovskii V.S., Matiushin A.I., Shimanovskii N.L. et al. Antiproliferative and antioxidant activity of new dihydroquercetin derivatives. *Eksp. Klin. Farmakol.*, 2010, vol. 73, pp. 39–42.
14. Fatkullin R., Popova N., Kalinina I. et al. Application of ultrasonic waves for the improvement of particle dispersion in drinks. *Agronomy Research*, 2017, vol. 15, pp. 1295–1303.
15. Liang L., Gao C., Luo M. et al. Dihydroquercetin (DHQ) induced HO-1 and NQO1 expression against oxidative stress through the Nrf2-dependent antioxidant pathway. *J. Agric. Food Chem.*, 2013, vol. 61, pp. 2755–2761.
16. Teselkin Y.O., Babenkova I., Kolhir V. et al. Dihydroquercetin as a means of antioxidative defence in rats with tetrachloromethane hepatitis. *Phytother. Res.*, 2000, vol. 14, pp. 160–162.
17. Potoroko I.Yu., Kalinina I.V., Naumenko N.V., Fatkullin R.I., Nenasheva A.V., Uskova D.G., Sonawane S.H., Ivanova D.G., Velyamov M.T. Sonochemical Micronization of Taxifolin Aimed at Improving Its Bioavailability in Drinks for Athletes. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. 3, pp. 90–100. DOI: 10.14529/hsm180309
18. Potoroko, I.U., Kalinina, I.V., Naumenko, N.V., Fatkullin, R.I., Shaik S., Sonawane, S.H., Ivanova, D., Kiselova-Kaneva, Y., Tolstykh, O., Paymulina, A.V. Possibilities of Regulating Antioxidant Activity of Medicinal Plant Extracts. *Human. Sport. Medicine*, 2017, vol. 17, no. 4, pp. 77–90. DOI: 10.14529/hsm170409

Информация об авторах

Сербина Наталия Витальевна, кандидат искусствоведения, доцент кафедры экономики труда и управления персоналом, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», Екатеринбург, Россия, serbina_na@usue.ru.

Позняковский Валерий Михайлович, д-р биол. наук, профессор, руководитель научно-образовательного центра «Прикладная биотехнология и нутрициология», Кемеровский государственный медицинский университет, Кемерово, Россия, pvm1947@bk.ru.

Фаткуллин Ринат Ильгидарович, кандидат технических наук, доцент кафедры пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия, fatkullinri@susu.ru.

Калинина Ирина Валерьевна, доктор технических наук, профессор кафедры пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия, kalininaiv@susu.ru.

Журавлева Дарья Николаевна, студент кафедры пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия, dara.kuzovleva.99@mail.ru

Воропай Иван, студент кафедры пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия, hohol_120@inbox.ru

Information about the authors

Natalia V. Serbina, Candidate of Sciences (Art History), Associate Professor of the Department of Labor Economics and Personnel Management, Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia, serbina_na@usue.ru.

Valery M. Poznyakovsky, Doctor of Sciences (Biol. Sciences), Professor, Head of the Applied Biotechnology and Nutrition Research and Education Center, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia, pvm1947@bk.ru.

Rinat I. Fatkullin, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, fatkullinri@susu.ru

Irina V. Kalinina, Doctor of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, kalininaiv@susu.ru

Daria N. Zhuravleva, student of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, dara.kuzovleva.99@mail.ru

Ivan Voropai, student of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, hohol_120@inbox.ru

Статья поступила в редакцию 03.01.2022

The article was submitted 03.01.2022