

Научная статья

УДК: 664.661:615.451.16.012:634.18

DOI 10.24888/2541-7835-2023-29-33-39

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА, ОБОГАЩЕННОГО ГЛИЦЕРИНОВЫМ ЭКСТРАКТОМ ПЛОДОВ РЯБИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

*Брыксина Кристина Вячеславовна¹, Миронов Алексей Михайлович²,
Данилин Сергей Иванович³, Троянов Алексей Григорьевич⁴,
Кольцов Владимир Александрович⁵*

^{1,3,4}Мичуринский государственный аграрный университет, Тамбовская обл., Мичуринск, Россия

^{2,5}Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина, Тамбовская обл., Мичуринск, Россия

¹kristinaparusova91@gmail.com

²sigurd32@gmail.com

³danilin.7022009@mail.ru

⁴troyanov-48@mail.ru

⁵kolcov.mich@mai.ru

Аннотация. Внедрение в рецептуру хлебобулочных изделий функциональных ингредиентов позволит создать массовый продукт с высокой пищевой плотностью. В качестве объектов исследования была взята рецептура пшеничного хлеба и глицериновый экстракт плодов рябины обыкновенной. Содержание хлорогеновой и неохорогеновой кислоты определяли методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии. Кислотность мякиша хлебобулочного изделия определяли методом титрования, пористость мякиша – методом Завьялова, влажность мякиша – весовым методом. Увеличение доли замены воды глицериновым экстрактом плодов рябины обыкновенной привело к значительному снижению пористости до 54,56 %. С увеличением замены воды глицериновым экстрактом наблюдали увеличение кислотности мякиша. Превышение порогового значения по кислотности мякиша наступало после внесения 40 % от объема воды экстракта. Внесение выше 80% от объема воды глицеринового экстракта приводило к превышению порогового значения содержания влаги в мякише. Высокую дегустационную оценку получили хлебобулочные изделия с заменой на 20 % и 40 % воды глицериновым экстрактом. Согласно полученным данным установлено, что 100 % замена воды на глицериновый экстракт рябины обыкновенной повлекла ухудшение внешнего вида хлебобулочного изделия и потемнение мякиша. Наибольшее содержание хлорогеновой и неохлорогеновой кислоты установлено при 100 % замене воды на глицериновый экстракт - 13,9 мг/100 г и 12,15 мг/100 г соответственно. Оптимальная доля замены воды глицериновым экстрактом составила 40 %, при которой физико-химические показатели хлебобулочного изделия соответствовали нормативным актам, а сенсорные показатели имели высокие значения. Содержание хлорогеновой кислоты составило 6,15 мг/100 г, а неохлорогеновой – 5,45 мг/100 г.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, глицериновый экстракт, обогащение, *Sorbus aucuparia* L., гидроксикоричные кислоты, пористость, влажность, кислотность.

Для цитирования: Оценка показателей качества пшеничного хлеба, обогащенного глицериновым экстрактом плодов рябины обыкновенной / К.В. Брыксина, А.М. Миронов, С.И. Данилин, А.Г. Троянов, В.А. Кольцов // Агропромышленные технологии Центральной России. 2023. №3(29). С. 33-39. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-29-33-39>.

Original article

EVALUATION OF QUALITY PARAMETERS OF WHEAT BREAD, ENRICHED WITH GLYCERIN EXTRACT OF COMMON MOUNTAIN ASH FRUIT

*Bryksina Kristina Vyacheslavovna*¹, *Mironov Alexei Mikhailovich*², *Danilin Sergey Ivanovich*³,
*Troyanov Alexey Grigorievich*⁴, *Koltsov Vladimir Aleksandrovich*⁵

^{1,3,4}Michurinsk State Agrarian University, Tambov Region, Michurinsk, Russia

^{2,5}I.V. Michurin Federal Scientific Center, Tambov Region, Michurinsk, Russia

¹kristinaparusova91@gmail.com

²sigurd32@gmail.com

³danilin.7022009@mail.ru

⁴troyanov-48@mail.ru

⁵kolcov.mich@mail.ru

Abstract. *The introduction of functional ingredients in the formulation of bakery products will create a mass product with high nutritional density. The wheat bread formulation and glycerin extract of common mountain ash fruit were taken as objects of research. The content of chlorogenic and neochlorogenic acid was determined by reverse-phase high-performance liquid chromatography. Acidity of bakery product crumb was determined by titration method, crumb porosity by Zavyalov's method, and crumb moisture content by weight method. Increasing the proportion of glycerin extract of common mountain ash fruit led to a significant reduction in porosity to 54.56%. An increase in the proportion of glycerol extract was observed in the acidity of the crumb. The threshold value of crumb acidity was exceeded after 40% of the extract. Adding more than 80% of the glycerol extract resulted in exceeding the threshold value of the moisture content in the pulp. The high tasting score was given to the baked goods with 20 % and 40 % water replacement with the glycerin extract. According to the data obtained it was found that 100% replacement of water with glycerine extract of common mountain ash caused deterioration of bakery products appearance and darkening of crumb. The highest content of chlorogenic and non-chlorogenic acids was found at 100% replacement of water with glycerol extract 13.9 mg/100 g and 12.15 mg/100 g respectively. The optimum percentage of water replacement with glycerol extract was 40%, at which the physico-chemical parameters of the baked product corresponded to the normative acts, and the sensory indices had high values. Chlorogenic acid content was 6.15 mg/100 g and non-chlorogenic acid content was 5.45 mg/100 g.*

Keywords: *bakery products, glycerol extract, enrichment, Sorbus aucuparia L., hydroxycinnamic acids, porosity, moisture, acidity.*

For citation: *Evaluation of quality parameters of wheat bread, enriched with glycerin extract of common mountain ash fruit. K.V. Bryksina, A.M. Mironov, S.I. Danilin, A.G. Troyanov, V.A. Koltsov. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2023, no 3(29), pp. 33-39. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-29-33-39>.*

Введение

Для решения задачи повышения качества и совершенствования структуры питания актуальным является обеспечение населения экономически доступными и безопасными пищевыми продуктами с высоким содержанием микронутриентов [8]. Хлебобулочные изделия являются продукцией ежедневного потребления всех слоев населения. В структуре потребления населением хлебобулочных изделий преобладает продукция из пшеничной муки высшего сорта, доля которой составляет более 40 % от общей массы. Внедрение в рецептуру хлебобулочных изделий функциональных ингредиентов позволит создать массовый продукт с высокой пищевой плотностью [2, 6]. С целью обогащения хлебобулочных изделий используют растительные экстракты, овощные и фруктовые порошки и пюре, а также различные зерновые смеси [7, 9].

Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia L.*) произрастает повсеместно в диком и культурном виде, отличается достаточно высокой скороплодностью, иммунитетом, высоким потенциалом продуктивности, накоплением в плодах высокого уровня биологически активных соединений. Плоды рябины обыкновенной являются ценным источником гидроксикоричных кислот, содержание которых в зависимости от сорта и ареала произрастания варьирует в пределах 44 – 156 мг/100 г [3, 10]. Основными гидроксикоричными кислотами, содержащи-

мися в плодах рябины обыкновенной, являются хлорогеновая и неохлорогеновая кислота [10, 11]. Глицерин - это трехгидроксильный спирт, нетоксичный, характеризуется сладким вкусом и низким гликемическим индексом, обладает консервирующими свойствами, и который нашел широкое применение в производстве хлебобулочных изделий и производстве экстрактов из растительного сырья [12].

Цель исследований состояла в изучении физико-химических показателей обогащенного хлебобулочного изделия глицериновым экстрактом плодов рябины обыкновенной.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2021-2023 гг. на базе лаборатории Мичуринского государственного аграрного университета. В качестве объектов исследований была взята рецептура пшеничного хлеба [1] (табл.1).

Таблица 1. Рецептура пшеничного хлеба, на 100 кг муки

Ингредиенты	Количество, кг
мука	100,0
дрожжи прессованные	1,5
соль	1,5
сахар	2,0
масло растительное	2,0
вода	по расчету

В качестве функциональной добавки использовали глицериновый экстракт плодов рябины обыкновенной. В качестве растворителя использовали смесь воды и глицерина в соотношении 1:1. Экстракцию проводили на ультразвуковой установке УЗДН-1 при частоте ультразвукового излучения 44 кГц и мощности 100 Вт из сушеных измельченных плодов рябины ($d= 1-1,5$ мм) при соотношении растительного сырья и растворителя 1:20 в течение 40 минут. Замену в рецептуре воды на глицериновый экстракт проводили в диапазоне от 0 до 100 % с шагом в 20 %. В качестве контроля использовали пшеничный хлеб, приготовленный по классической рецептуре.

Содержание хлорогеновой и неохрогеновой кислоты определяли методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (ОФ ВЭЖХ) на хроматографе Thermo Ultimate 3000 с диодно-матричным детектором DAD-3000 [5]. Разделение компонентов производили на колонке Hypersil Gold C18 (4,6 x 250 мм, 5 μ m). Использовали бинарный градиент подвижной фазы – фосфатного буфера (А) и ацетонитрила (В), соотношение которых изменялось в следующих пропорциях: 0-10 мин – 5 % В, 18 мин – 23 % В, 30 мин – 30 % В, 35-45 мин – 40 % В, 55 мин – 5% В, 60 мин – 5 % В. Фосфатный буфер представлял собой 0,0073М раствор KH_2PO_4 , подкисленный ортофосфорной кислотой до pH 2,5. Детектирование сигнала производили при длине волны 330 нм. Скорость подачи подвижной фазы – 1мл/мин, температура колонки – 30 $^{\circ}$ C, объем инъекции – 20 μ л. В качестве стандартов использовали хлорогеновую кислоту (Fluka) и неохлорогеновую кислоту (Fluka). Обработку полученных результатов проводили с помощью программного обеспечения Chromeleon 7.2.8.

Кислотность мякиша хлебобулочного изделия определяли методом титрования, пористость мякиша – методом Завьялова, влажность мякиша – весовым методом [6]. Органолептическую оценку хлебобулочных изделий проводили согласно ГОСТ 31986-2012.

Математическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета программ Microsoft Excel 2010.

Результаты исследований и их обсуждение

Внесение функциональных ингредиентов в рецептуру производства хлебобулочных изделий не должно ухудшать показатели исходного изделия. Физико-химические показатели исследуемых хлебобулочных изделий представлены в таблице 2.

Таблица 2. Физико-химические показатели хлебобулочных изделий

Показатели	ГОСТ Р 58233-2018	контроль	Внесение глицеринового экстракта плодов рябины обыкновенной, %				
			20	40	60	80	100
Пористость, %	≥ 70	72,89	73,10 $\pm 1,75$	71,21 $\pm 1,89$	69,88 $\pm 1,56$	64,32 $\pm 1,58$	54,56 $\pm 1,87$
Кислотность, град	≤ 3	2,25	2,77 $\pm 0,24$	2,89 $\pm 0,23$	3,22 $\pm 0,20$	3,55 $\pm 0,31$	4,07 $\pm 0,28$
Влажность, %	≤ 44	36,71	40,15 $\pm 1,63$	41,22 $\pm 2,09$	42,36 $\pm 1,85$	44,36 $\pm 2,01$	52,56 $\pm 1,98$

Пористость мякиша влияет на усвояемость хлебобулочных изделий человеческим организмом, чем выше пористость, тем выше усвояемость [4]. Увеличение доли замены воды глицериновым экстрактом плодов рябины обыкновенной привело к значительному снижению пористости до 54,56 %. Внесение глицеринового экстракта на уровне 20% от объема воды позволило незначительно увеличить пористость изделия до 73,10 %. Согласно требованиям, представленным в ГОСТ Р 58233-2018 к показателям качества пшеничного хлеба, внесение глицеринового экстракта до 40 % от объема воды не превысило порогового значения пористости мякиша.

Известно, что глицерин в пищевых продуктах выступает как влагоудерживающий агент [12]. С увеличением доли внесения глицеринового экстракта наблюдали повышение влажность мякиша изделия. Внесение доли глицеринового экстракта выше 80% объема воды приводило к превышению порогового значения содержания влаги в пшеничном хлебе. Аналогичные тенденции установлены с изменением кислотности мякиша. С увеличением внесения доли глицеринового экстракта от объема воды наблюдали увеличение кислотности мякиша. Превышение порогового значения по кислотности мякиша наступало после внесения 40 % от объема воды экстракта. Это можно объяснить высоким содержанием органических кислот в глицериновом экстракте плодов рябины обыкновенной.

Согласно полученным данным установлено, что 100 % замена воды на глицериновый экстракт рябины обыкновенной повлекло ухудшение внешнего вида хлебобулочного изделия и потемнению мякиша (рис. 1).

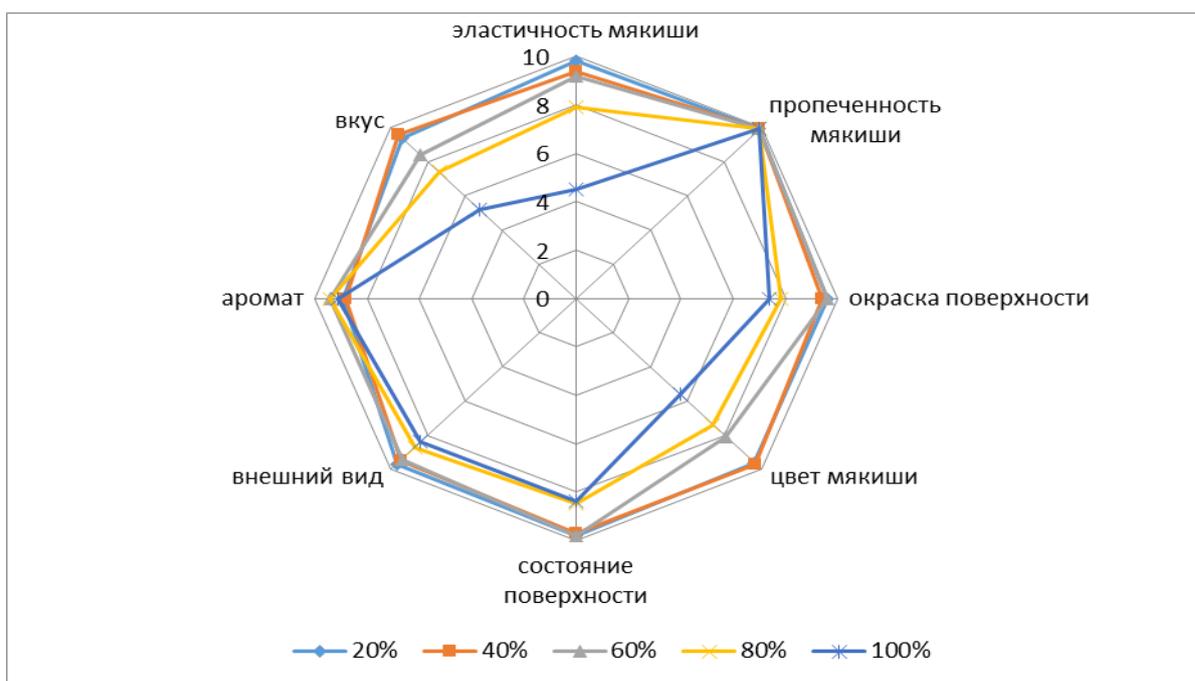


Рисунок 1. Органолептическая оценка обогащенного пшеничного хлеба

С увеличением доли внесения глицеринового экстракта наблюдали усиление аромата изделия, и проявлялись вкусовые терпкие нотки плодов рябины обыкновенной. Высокую дегустационную оценку получили хлебобулочные изделия с заменой воды на 20 % и 40 % глицериновым экстрактом.

С увеличением доли внесения глицеринового экстракта наблюдали повышение содержания гидроксикоричных кислот в мякише (рис.2). Наибольшее содержание хлорогеновой и неохлорогеновой кислоты установлено при 100 % замене воды на глицериновой экстракт - 13,9 мг/100 г и 12,15 мг/100 г соответственно.

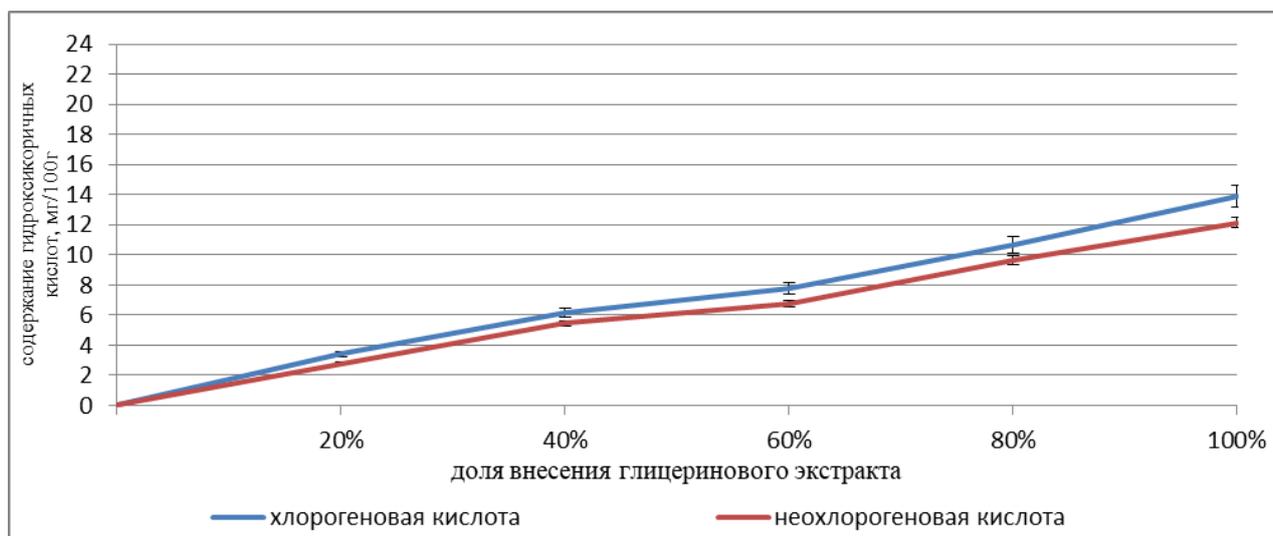


Рисунок 2. Содержание гидроксикоричных кислот в мякише обогащенного пшеничного хлеба

Исходя из полученных данных по физико-химическим показателям и органолептической оценки обогащенного пшеничного хлеба, установили норму внесения глицеринового экстракта на уровне 40% от объема воды. При данной концентрации глицеринового экстракта в рецептуре физико-химические показатели хлебобулочного изделия соответствовали нормативным актам, а сенсорные показатели имели высокие значения. Содержание хлорогеновой кислоты составило 6,15 мг/100 г, а неохлорогеновой – 5,45 мг/100 г.

Суточная норма потребления человеческим организмом гидроксикоричных кислот, согласно Методическим рекомендациям МР 2.3.1.0253-21, составляет 200 мг. Употребление одной порции (200 г) обогащенного пшеничного хлеба глицериновым экстрактом позволит удовлетворить суточную потребность человеческого организма в гидроксикоричных кислотах на 10 %.

Выводы

1. Увеличение доли внесения глицеринового экстракта в рецептуру пшеничного хлеба способствовало снижению пористости и увеличению кислотности и влажности мякиша. Замена более 80% воды на глицериновый экстракт повысила влажность мякиша выше порогового значения, замена более 40% - повысила кислотность выше порогового значения и снизила пористость мякиша ниже порогового значения.

2. Высокую дегустационную оценку получили хлебобулочные изделия с заменой 20 % и 40 % воды на глицериновый экстракт.

3. Наибольшее содержание хлорогеновой и неохлорогеновой кислоты установлено при 100 % замене воды на глицериновой экстракт - 13,9 мг/100 г и 12,15 мг/100 г соответственно.

4. Оптимальная доля замены воды глицериновым экстрактом составила 40 %, при которой физико-химические показатели хлебобулочного изделия соответствовали нормативным актам, а сенсорные показатели имели высокие значения. Содержание хлорогеновой кислоты составило 6,15 мг/100 г, а неохлорогеновой – 5,45 мг/100 г.

Список источников

1. Ершов П.С. Сборник рецептур на хлеб и хлебобулочные изделия. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1998. 190 с.
2. Изакова Н.Б., Елькина К.С. Разработка коммуникационной политики хлебопроизводителей на основе маркетингового исследования предпочтений потребителей // Маркетинг и маркетинговые исследования. 2022. № 1. С. 76-82.
3. Каротиноиды, хлорогеновые кислоты и другие природные соединения плодов рябины / И.А. Гостищев, В.И. Дейнека, И.П. Анисимович и др. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2010. № 3 (74). С. 83-92.
4. Корячкина С.Я., Березина Н.А., Хмелева Е.В. Методы исследования качества хлебобулочных изделий: учебно-методическое пособ. для вузов. Орел: ОрелГТУ, 2010. 166 с.
5. Методы анализа минорных биологически активных веществ пищи / под ред. В.А. Тутельяна и К.И. Эллера. Москва: Династия, 2010. С. 180.
6. О результатах производственно-экономической деятельности лидеров рынка хлебобулочных изделий РФ / З.И. Латышева, О.В. Власова, М.Н. Наджафова и др. // Вестник НГИЭИ. 2023. № 3 (143). С. 71-83.
7. Тимакова Р.Т. Оценка качества пшеничного хлеба, обогащенного натуральным яблочным сырьем // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2020. № 2 (44). С. 22-28.
8. Тутельян В.А. Здоровое питание для общественного здоровья // Общественное здоровье. 2021. Т. 1. № 1. С. 56-64.
9. Характеристика потребительских свойств хлеба из пшеничной муки, обогащенного функциональными ингредиентами муки киноа / Л.Г. Елисеева, Д.С. Кокорина, Е.В. Невская и др. // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2020. № 3 (62). С. 67-74.
10. Erbil N. Potential antibacterial effect and l-ascorbic acid and phenolic content profiles of wild rowanberry (*Sorbus aucuparia* L.) // Erwerbs-Obstbau. 2022. Vol. 64. Pp. 725-732.
11. Gil-Izquierdo A., Mellenthin A. Identification and quantitation of flavonols in rowanberry (*Sorbus aucuparia* L.) juice // European Food Research and Technology. 2001. Vol. 213. Pp. 12-17.
12. Quispe C.A., Coronado C.J., Carvalho Jr J.A. Glycerol: Production, consumption, prices, characterization and new trends in combustion // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2013. No. 27. Pp. 475-493.

References

1. Ershov P.S. Collection of recipes for bread and bakery products. SPb: Gidrometeoizdat Publ., 1986. 191 p.
2. Izakova N.B., Elkina K.S. Development of communication policy of bread producers on the basis of marketing research of consumer preferences. Marketing and marketing research, 2022, no. 1, pp. 76-82.
3. Carotenoids, chlorogenic acids and other natural compounds of mountain ash fruit. I.A. Gostischev, V.I. Deineka, I.P. Anisimovich et al. Scientific journal of Belgorod State University. Series: Natural Sciences, 2010, no. 3 (74), pp. 83-92.
4. Koryachkina S.Y., Berezina N.A., Khmeleva E.V. Methods of research of quality of bakery products: educational-methodical manual for universities. Orel: Orel State Technical University Publ., 2010. 166 p.
5. Methods of analysis of minor biologically active substances of foo. ed. by V.A. Tuteljan and K.I. Eller. Moscow: Dynasty Publ., 2010. 180 p.
6. About the results of production and economic activity of the leaders of the bakery products market of the Russian Federation. Latysheva Z. I., Vlasova O. V. , Nadzhafova M. N. et al. Bulletin NGIEI, 2023, no. 3 (143), pp. 71-83.

7. Timakova RT Evaluation of the quality of wheat bread enriched with natural apple raw materials. Processes and food production equipment, 2020, no. 2 (44), pp. 22-28.
8. Tutelyan V.A. Healthy food for public health. Public health, 2021, vol. 1, no. 1, pp. 56-64.
9. Characteristics of consumer properties of wheat flour bread enriched with functional ingredients of quinoa flour. L.G. Eliseeva, D.S. Kokorina, E.V. Nevskaya et al. Technology and merchandising of innovative food products, 2020, no. 3 (62), pp. 67-74.
10. Erbil N. Potential antibacterial effect and l-ascorbic acid and phenolic content profiles of wild rowanberry (*Sorbus aucuparia* L.). Erwerbs-Obstbau, 2022, vol. 64, pp 725-732.
11. Gil-Izquierdo A., Mellenthin A. Identification and quantitation of flavonols in rowanberry (*Sorbus aucuparia* L.) juice. European Food Research and Technology, 2001, vol. 213, pp 12-17.
12. Quispe C.A., Coronado C.J., Carvalho Jr. J.A. Glycerol: Production, consumption, prices, characterization and new trends in combustion. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2013, no. 27, pp. 475-493.

Информация об авторах

К.В. Брыксина – старший преподаватель кафедры продуктов питания, товароведения и технологии переработки продукции животноводства;

А.М. Миронов - младший научный сотрудник лаборатории передовых послеуборочных технологий;

С.И. Данилин – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства;

А.Г. Троянов - аспирант кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства;

В.А. Кольцов - кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории передовых послеуборочных технологий.

Information about the authors

K.V. Bryksina - Senior Lecturer of the Department of Food, Commodity Science and technology of processing animal products;

A.M. Mironov - Junior Researcher at the Laboratory of Advanced Post-harvest Technologies;

S.I. Danilin - Candidate of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Production Technology, Storage and Processing of Crop Production;

A.G. Troyanov - Postgraduate Student of the Department Of Production Technology, Storage and Processing Of Crop Production;

V.A. Koltsov - Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Advanced Post-Harvest Technologies.