



ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 664.663+664.641

DOI: 10.36718/1819-4036-2021-8-154-161

Светлана Павловна Меренкова

Южно-Уральский государственный университет, доцент кафедры пищевых и биотехнологий, кандидат ветеринарных наук, доцент, Челябинск, Россия

E-mail: merenkovasp@susu.ru

Светлана Александровна Гринвальд

Национальный исследовательский университет ИТМО, магистрант кафедры биотехнологии напитков, хлеба и кондитерских изделий, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: svetik12.ru@mail.ru

Анна Маратовна Худякова

Южно-Уральский государственный университет, магистрант кафедры пищевых и биотехнологий, Челябинск, Россия

E-mail: annmaratna@gmail.com

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ОБОГАЩЕННЫХ НЕТРАДИЦИОННЫМИ ВИДАМИ МУКИ

Цель исследования – анализ влияния технологических факторов на формирование потребительских свойств булочных изделий, обогащенных нетрадиционными видами муки. Объектами исследования являлись контрольные и опытные образцы булочки «Столичная», а также следующие виды сырья: мука пшеничная хлебопекарная 1-й сорт, мука льняная и конопляная, мука из виноградных косточек. Были разработаны рецептуры, включающие мучные смеси из предложенных видов муки в разных соотношениях, причем суммарное количество нетрадиционных видов муки варьировало от 20 до 30 %. Анализ органолептических и физико-химических показателей качества, а также микробиологическую оценку образцов проводили согласно стандартным методам. Расчет пищевой ценности изделий проводили с использованием программы Excel, с учетом справочных данных содержания нутриентов в отдельных видах сырья. Доказано, что наибольшей водопоглотительной способностью и наименьшей влажностью обладали мучные смеси, содержащие суммарно 25 % льняной и конопляной муки. При исследовании органолептических свойств булочных изделий установлено, что образцы с добавлением нетрадиционных видов муки характеризовались специфическим цветом, вкусом и ароматом, не ухудшающими общую потребительскую оценку. По физико-химическим (влажность, кислотность, пористость) и микробиологическим показателям экспериментальные образцы соответствовали требованиям нормативных документов. Доказано значительное содержание белка, пищевых волокон, минеральных компонентов (Mg, Ca, K, Fe, P) и витаминов (B₂, B₆, E, C) в булочных изделиях, включающих в рецептуру суммарно от 20 до 30 % льняной, конопляной муки и муки виноградных косточек, данные изделия могут быть отнесены к обогащенным продуктам питания.

Ключевые слова: булочные изделия, конопляная мука, льняная мука, мука из виноградных косточек, пищевая ценность.

Svetlana P. Merenkova

South Ural State University, associate professor at the Department of Food and Biotechnology, candidate of veterinary sciences, associate professor, Chelyabinsk, Russia

E-mail: merenkovasp@susu.ru

Svetlana A. Greenwald

National Research University ITMO, master student at the Department of Biotechnology of Beverages, Bread and Confectionery, St. Petersburg, Russia

E-mail: svetik12.ru@mail.ru

Anna M. Khudyakova

South Ural State University, master student at the Department of Food and Biotechnology, Chelyabinsk, Russia

E-mail: annmaratna@gmail.com

TECHNOLOGY DEVELOPMENT OF BAKED PRODUCTS ENRICHED WITH UNCONVENTIONAL TYPES OF FLOUR

The purpose of the study is to analyze the influence of technological factors on the formation of consumer properties of bakery products enriched with non-traditional types of flour. The objects of the study were control and experimental samples of the "Stolichnaya" bun, as well as the following types of raw materials: 1st grade bakery wheat flour, flaxseed and hemp flour, grape seed flour. Formulations were developed, including flour mixtures from the proposed types of flour in different ratios, and the total amount of non-traditional types of flour varied from 20 to 30 %. The analysis of organoleptic and physicochemical quality indicators, as well as the microbiological assessment of the samples, was carried out according to standard methods. The calculation of the nutritional value of products was carried out using the Excel program, taking into account the reference data on the content of nutrients in certain types of raw materials. It was proved that flour mixtures containing a total of 25 % of flax and hemp flour had the highest water-absorbing capacity and the lowest moisture content. In the study of the organoleptic properties of bakery products, it was found that samples with the addition of non-traditional types of flour were characterized by a specific color, taste and aroma that did not worsen the general consumer assessment. In terms of physicochemical (moisture, acidity, porosity) and microbiological indicators, the experimental samples met the requirements of regulatory documents. A significant content of protein, dietary fiber, mineral components (Mg, Ca, K, Fe, P) and vitamins (B₂, B₆, E, C) in bakery products has been proven, including in the recipe a total of 20–30 % of flaxseed, hemp flour and flour grape seeds, these products can be classified as fortified foods.

Keywords: bakery products, hemp flour, flaxseed flour, grape seed flour, nutritional value.

Введение. Анализ рынка хлебобулочных изделий в России показал значительный прирост потребления обогащенных и функциональных продуктов питания за последние два года. Крупнейшими производителями выпускается линейка обогащенных хлебобулочных изделий, однако вырабатываемого объема недостаточно для обеспечения населения здоровыми продуктами питания [1].

Для обогащения хлебобулочных изделий рационально применение нетрадиционных видов муки, так как они восполняют потребность организма в эссенциальных пищевых компонентах. Мука из семян масличных культур отличается значительным количеством полноценного белка (до 30 %) с оптимальным соотношением незаменимых аминокислот; липидов, представленных полиненасыщенными жирными кислотами

ω -6 (линолевой) ω -3 (альфа-линоленовой); нерастворимых и водорастворимых пищевых волокон. Белки семян льна и конопли – глобулины и альбумины – легко усваиваются организмом, содержат значительные количества лимитирующих аминокислот: метионина, триптофана, валина, лизина, при составлении мучных смесей могут компенсировать дефицит эссенциальных аминокислот в пшеничной муке [2–4].

Белки льняной и конопляной муки обладают технологическими, в частности эмульгирующими и водопоглощающими, свойствами. Полисахариды льняного семени (слизи) составляют около 8 % от веса семян, играют большую роль в коллоидных процессах приготовления теста: способствуют связыванию воды и формированию структуры изделий [5–7].

Мука из семян льна и мука конопли богаты витаминами групп А, D, В, Е и К и минеральными компонентами (кальций, фосфор, магний, железо и др.), антиоксидантами (рис. 1). В исследованиях доказано положительное влияние продуктов переработки льняного и конопляного семени на физиологические функции организма: протекторное воздействие на систему пищеварения, профилактика рака толстого кишечника, снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний. Разработка технологий эффективного применения этих

ценных ингредиентов требует знания физико-технологических свойств семян [8, 9].

Особенность муки из виноградной косточки – наличие мощнейших антиоксидантов – биофлавоноидов (проантоцианов), содержание которых достигает 2,9 %. Эти вещества контролируют реакции свободнорадикального окисления, снижают риск развития онкологических заболеваний [10]. Мука из виноградной косточки содержит наибольшее количество пищевых волокон; минеральных веществ: P, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Zn; витаминов В₁, В₂, РР, С [11].

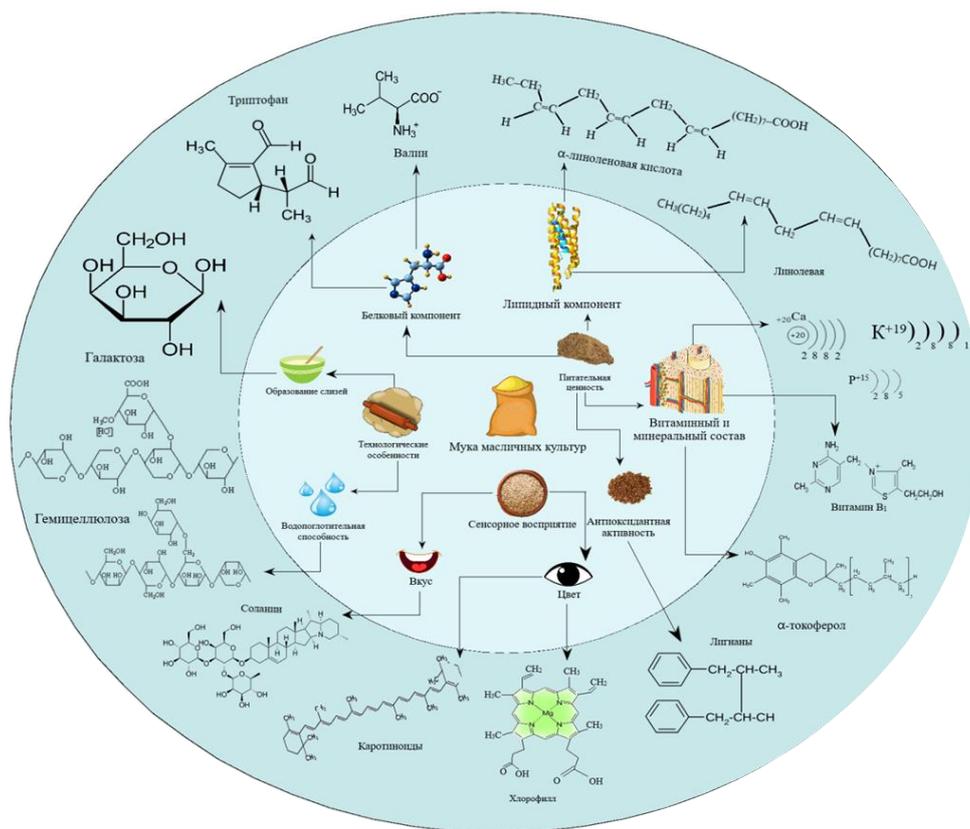


Рис. 1. Биохимические компоненты муки из масличных культур, формирующие потребительские свойства хлебобулочных изделий

Исследуемые виды муки имеют специфические вкусо-ароматические и цветовые характеристики, а вследствие высокого содержания липидной фракции – слипающую структуру, данные особенности влияют на формирование потребительских свойств булочных изделий. Для получения обогащенных изделий необходимо проанализировать оптимальные пропорции соотношения пшеничной и нетрадиционной муки с целью получения изделий с приемлемыми органолептическими показателями.

Цель исследования. Анализ влияния технологических факторов на формирование потребительских свойств булочных изделий, обогащенных нетрадиционными видами муки.

Задачи исследования: изучение химического состава и свойств используемого сырья; разработка рецептуры и технологии булочных изделий с нетрадиционными видами муки; оценка качества и безопасности изделий; анализ пищевой и энергетической ценности готовых изделий.

Объекты исследования. Объектами исследования являлись образцы булочки «Столичная». При производстве булочных изделий применяли следующие виды сырья: мука пшеничная хлебопекарная 1-й сорт (ООО «Союзпищепром»); мука льняная полуобезжиренная (ООО «ХЛЕБЗЕРНОПРОДУКТ»); мука конопляная по-

луобезжиренная (ООО «Коноплектика»); мука из виноградных косточек (ООО «Поздний завтрак»).

Контрольные образцы были изготовлены согласно унифицированной рецептуре. В опытных образцах использовали муку льняную, конопляную или муку из виноградной косточки в различных соотношениях (табл. 1).

Таблица 1

Соотношение разных видов муки в образцах мучных смесей

Мука	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Пшеничная мука 1/с	100	80	70	70
Льняная мука	–	10	15	20
Конопляная мука	–	5	10	5
Мука из виноград. косточки	–	5	5	5

Материалы и методы исследования. Анализ физико-химических и микробиологических показателей качества проводили по стандартным методам. Расчет пищевой ценности изделий проводили с использованием Excel, с учетом справочных данных содержания нутриентов в отдельных видах сырья [12].

Результаты исследования и их обсуждение. При добавлении нетрадиционных видов муки в рецептуру необходимо учитывать их низкую влажность и высокую водопоглощающую способность муки (табл. 2).

Таблица 2

Водопоглощающая способность мучных смесей, %

Показатель	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Массовая доля влаги	14,50±0,70	11,82±0,50	9,55±0,60	9,20±0,50
Водопоглощающая способность муки	48,57± 1,50	54,57±1,70	63,07±1,80	65,71± 2,10

Наибольшей водопоглощающей способностью обладали мучные смеси, содержащие суммарно 25 % льняной и конопляной муки, характеризующиеся высоким содержанием гидроколлоидов. Для данных образцов муч-

ных смесей характерна и самая низкая влажность. Полученные результаты учитывались при расчете количества воды, вносимой в рецептурную смесь (табл. 3).

Таблица 3

Расчет рецептур для образцов булочных изделий (на 300 г муки)

Сырье	Влажность сырья, %	Расход сырья, г			
		Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Мука пшеничная в/с	14,5	300,0	240,0	210,0	210,0
Мука льняная	3,6	–	30,0	45,0	60,0
Мука конопляная	5,8	–	15,0	30,0	15,0
Мука из виногр. косточки	8,0	–	15,0	15,0	15,0
Дрожжевая суспензия	93,75	60,0	60,0	60,0	60,0
Солевой раствор	75,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Сахарный раствор	45,0	10,8	10,8	10,8	10,8
Масло растит.		0,6	–	–	–
Итого	–	389,4	388,8	388,8	388,8
Вода	100,0	82,23	92,0	97,5	98,37
Выход	42,5	471,63	480,8	486,3	487,17

При проведении органолептической оценки готовых образцов выявлено, что внесение нетрадиционной муки в рецептуру не изменило состояние поверхности и форму булочных изделий. Изделия характеризовались ровной поверхностью, с незначительными неровностями. Установлено, что образцы с добавлением нетрадиционного сырья отличались легким ореховым запахом и вкусом с травянистым привкусом, цвет изделий изменялся от светло- до темно-коричневого, а мякиш становился менее пористым. Стоит заключить, что биохимические структуры льняной, конопляной и муки виноградных косточек – гликозиды, полифенолы, каротиноиды, хлорофиллы – формируют специфический привкус, аромат и цвет изготавливаемых из них булочных изделий. Однако данные компоненты обладают доказанными функциональными

свойствами – антиоксидантной и иммуномодулирующей активностью.

По показателям качества все образцы изделий отвечали стандартным требованиям. Так, кислотность опытных образцов булочных изделий изменялась в пределах 1,9–2,0 градуса, что на 19–25 % выше кислотности контрольного образца. Льняная мука и виноградная мука характеризуются высоким содержанием собственных органических кислот, кроме того, процессы газообразования при брожении теста протекают более интенсивно благодаря содержанию собственных сахаров и азотистых компонентов в мучных смесях. При увеличении концентрации нетрадиционной муки в рецептуре пористость опытных образцов незначительно снижалась, формоустойчивость характеризовалась стабильностью с незначительными колебаниями (табл. 4).

Таблица 4

Физико-химические показатели готовых изделий

Показатель	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Влажность, %	40,5±0,60	42,0±0,50	42,5±0,75	42,5±0,70
Кислотность, град	1,6±0,05	1,9±0,06	2,0±0,07	2,0±0,09
Пористость, %	74,5±1,20	72,0±1,10	68,5±0,80	69,0±0,80
Формоустойчивость	0,818±0,006	0,804±0,005	0,798±0,003	0,778±0,004

Для оценки безопасности разработанных булочных изделий были приведены микробиологические исследования через 48 часов хранения. Установлено, что все исследуемые изделия по количеству микроорганизмов санитарно-показательной группы (мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерий группы кишечной палочки (БГКП)); и количеству микроорганизмов порчи – плесеней соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011.

Пищевая ценность разработанных образцов булочных изделий была проанализирована расчетным методом с учетом соотношения компонентов в рецептуре и технологических потерь. В качестве исходных данных использовали результаты собственных исследований (состав льняной и конопляной муки), а также данные, представленные в справочнике химического состава пищевых продуктов. Доказано, что при замещении муки пше-

ничной на нетрадиционную (льняную, конопляную и виноградную) в пропорции 20–30 % в изделиях значительно возросло содержание белка, жира, пищевых волокон, а также снизилось количество усвояемых углеводов. Максимальное содержание белка отмечено в образце 2; липидов – в образце 3. Содержание пищевых волокон увеличилось в 2,9–3,6 раза по сравнению с контрольным образцом (рис. 2). При этом энергетическая ценность опытных образцов булочных изделий снижалась до 329,7–334,4 ккал по сравнению с контрольным образцом (354,2 ккал) вследствие уменьшения концентрации крахмало-содержащих углеводов.

Образец 2 отличался наибольшим содержанием минеральных веществ Mg, K, P и витаминов B₆, E, а в образце 3 отмечено наибольшее содержание Ca, витаминов B₁ и C (рис 3, 4).

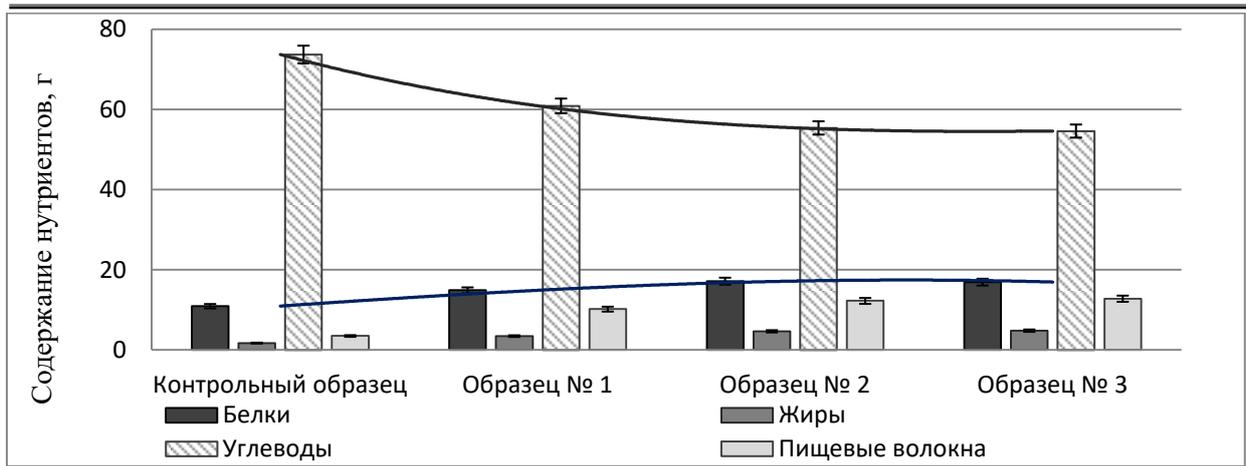


Рис. 2. Содержание макронутриентов в образцах булочных изделий

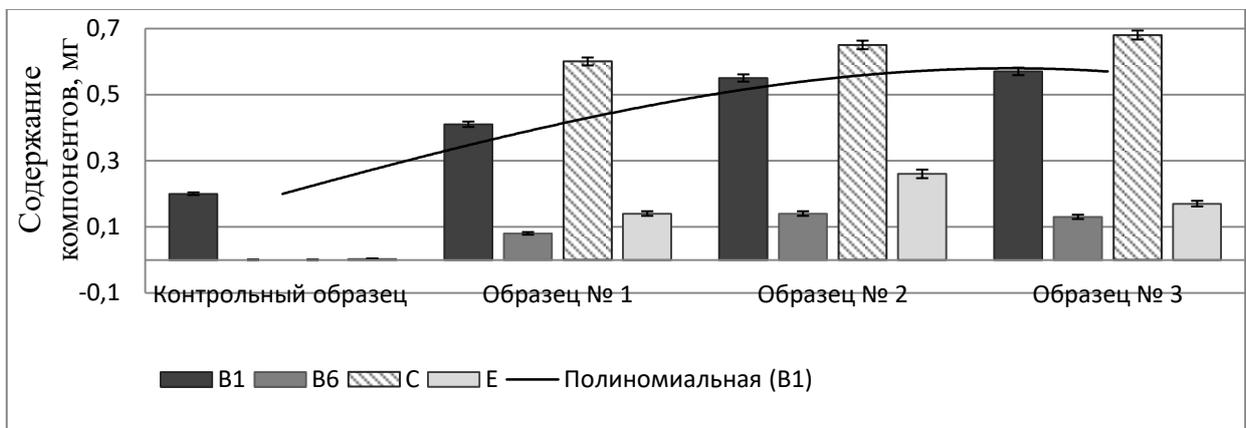


Рис. 3. Содержание витаминов в образцах булочных изделий

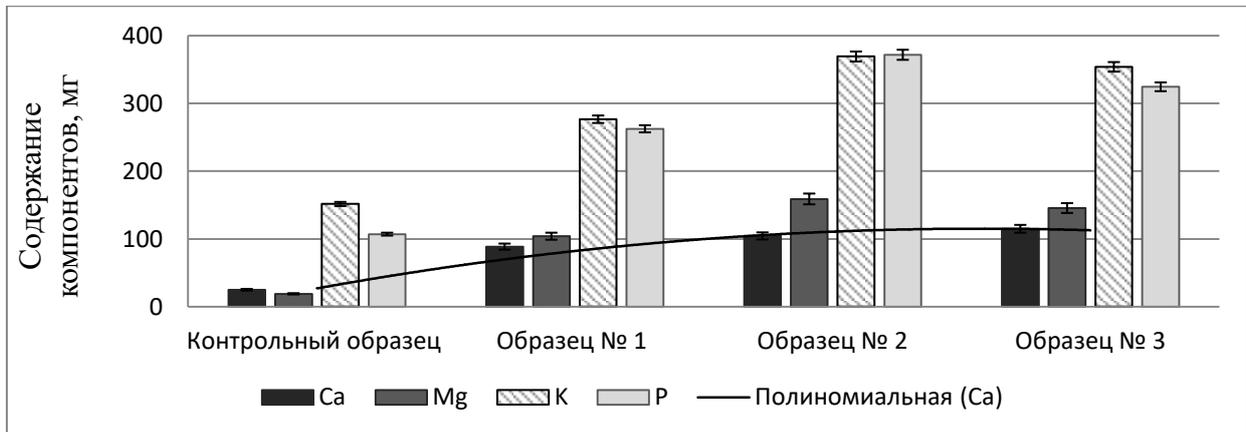


Рис. 4. Содержание минеральных веществ в образцах булочных изделий

Выводы. В ходе исследования разработаны рецептуры булочных изделий с применением нетрадиционных видов муки, проведен анализ влияния технологических факторов на формирование их потребительских свойств. При исследовании органолептических свойств изделий уста-

новлено, что готовые изделия характеризовались специфическим цветом, вкусом и ароматом, не ухудшающими общую потребительскую оценку, а по физико-химическим и микробиологическим показателям качества – соответствовали значениям нормативных документов. Доказано

значительное содержание белка, пищевых волокон, минеральных компонентов (Mg, Ca, K, Fe, P) и витаминов (B₂, B₆, E, C) в булочных изделиях, включающих в рецептуру суммарно от 20 до 30 % льняной, конопляной муки и муки виноградных косточек, данные изделия могут быть отнесены к обогащенным продуктам питания.

Литература

1. Анализ российского рынка хлеба и хлебобулочных изделий: итоги 2019 г., прогноз до 2022 г. URL: <https://marketing.rbc.ru>. (дата обращения: 12.12.2020).
2. *Dzuvor C., Taylor J., Acquah C., Pan S., Agyei D.* Bioprocessing of Functional Ingredients from Flaxseed // *Molecules*. 2018. no. 23. pp. 2444.
3. *Shim Y.Y., Gui B., Arnison P.G., Wang Y., Reaney M.J.T.* Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) bioactive compounds and peptide nomenclature: A review // *Trends Food Sci. Technol.* 2014. 38. 5–20.
4. *Вайтанис М.А., Ходырева З.Р.* Использование конопляной муки при производстве мясных рубленых полуфабрикатов // *Вестник КрасГАУ*. 2021. № 1. С. 126–133.
5. *Белявская И.Г., Богатырева Т.Г., Иунихина Е.В.* Применение льняной муки при производстве хлебобулочных изделий // *Кондитерское и хлебопекарное производство*. 2016. № 2. С. 28–29.
6. *Меренкова С.П., Потороко И.Ю., Ильков Д.В.* и др. Обоснование технологии растительного молока на основе семян конопляной технической и оценка его пищевой и биологической ценности // *Вестник ЮУрГУ. Сер. Пищевые и биотехнологии*. 2019. Т. 7, № 3. С. 41–51.
7. *Меренкова С.П., Колотов А.П.* Разработка технологии обогащенных мучных кондитерских изделий на основе использования продуктов переработки семян льна масличного // *Вестник ЮУрГУ. Сер. Пищевые и биотехнологии*. 2017. Т. 5. № 2. С. 49–59.
8. *Imran M., Ahmad N., Anjum F.M., Khan M.K., Mushtaq Z., Nadee, M., Hussain S.* Potential protective properties of flax lignan secoisolariciresinol diglucoside. // *Nutr. J.* 2015. 14. 71.

9. *Зверев С.В., Зубцов В.А., Росляков Ю.Ф.* и др. Физико-технологические свойства семян конопля // *Вестник КрасГАУ*. 2020. № 11. С. 240–247.
10. *Тутельян В.А., Батулин А.К., Мартинчик Э.А.* Флавоноиды: содержание в пищевых продуктах, уровень потребления, биодоступность // *Вопросы питания*. 2004. № 6. С. 43–48.
11. *Решетник Е.И., Шарипова Т.В., Максимюк В.А.* Исследование влияния виноградной муки на функциональные свойства геродиетических мясорастительных полуфабрикатов. // *Техника и технология пищевых производств*. 2014. № 2. С. 71–75.
12. *Скурихин И.М., Тутельян В.А.* (ред.) *Химический состав пищевых продуктов: справочник*. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.

References

1. Analiz rossijskogo rynka hleba i hlebobulochnyh izdelij: itogi 2019 g., prognoz do 2022 g. URL: <https://marketing.rbc.ru>. (data obrascheniya: 12.12.2020).
2. *Dzuvor C., Taylor J., Acquah C., Pan S., Agyei D.* Bioprocessing of Functional Ingredients from Flaxseed // *Molecules*. 2018. no. 23. pp. 2444.
3. *Shim Y.Y., Gui B., Arnison P.G., Wang Y., Reaney M.J.T.* Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) bioactive compounds and peptide nomenclature: A review // *Trends Food Sci. Technol.* 2014. 38. 5–20.
4. *Vajtanis M.A., Hodyreva Z.R.* Ispol'zovanie konoplyanoj muki pri proizvodstve myasnyh rublenyh polufabrikatov // *Vestnik KrasGAU*. 2021. № 1. S. 126–133.
5. *Belyavskaya I.G., Bogatyreva T.G., Iunihina E.V.* Primenenie l'nyanoj muki pri proizvodstve hlebobulochnyh izdelij // *Konditerskoe i hlebopekarnoe proizvodstvo*. 2016. № 2. S. 28–29.
6. *Merenkova S.P., Potoroiko I.Yu., Il'kov D.V.* i dr. Obosnovanie tehnologii rastitel'nogo moloka na osnove semyan konopli tehniceskoy i ocenka ego pischevoj i biologicheskoy cennosti // *Vestnik YuUrGU. Ser. Pischevye i biotehnologii*. 2019. T. 7, № 3. S. 41–51.

7. *Merenkova S.P., Kolotov A.P.* Razrabotka tehnologii obogaschennyh muchnyh konditerskih izdelij na osnove ispol'zovaniya produktov pererabotki semyan l'na maslichnogo // Vestnik YuUrGU. Ser. Pischevye i biotekhnologii. 2017. T. 5. № 2. S. 49–59.
8. *Imran M., Ahmad N., Anjum F.M., Khan M.K., Mushtaq Z., Nadee M., Hussain S.* Potential protective properties of flax lignan secoisolariciresinol diglucoside. // Nutr. J. 2015. 14. 71.
9. *Zverev S.V., Zubcov V.A., Roslyakov Yu.F.* i dr. Fiziko-tehnologicheskie svoystva semyan konopli // Vestnik KrasGAU. 2020. № 11. S. 240–247.
10. *Tutel'yan V.A., Baturin A.K., Martinchik E.A.* Flavonoidy: sodержanie v pischevyh produktah, uroven' potrebleniya, biodostupnost' // Voprosy pitaniya. 2004. № 6. S. 43–48.
11. *Reshetnik E.I., Sharipova T.V., Maksimuk V.A.* Issledovanie vliyaniya vinogradnoj muki na funktsional'nye svoystva gerodieticheskikh myasorastitel'nyh polufabrikatov. // Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv. 2014. № 2. S. 71–75.
12. *Skurihin I.M., Tutel'yan V.A.* (red.) Himicheskij sostav pischevyh produktov: spravochnik. M.: DeLi print, 2002. 236 s.

