Исследование влияния яблочных выжимок и рисовой муки на качественные показатели хлеба пшеничного

Мария А. Заикина	¹	zaikina.marija@ya.ru	0000-0002-6457-6442
Анна Е. Ковалева	¹	a.e.kovaleva@ya.ru	0000-0001-7807-1755
Эльвира А. Пьяникова	¹	alia1969@ya.ru	0000-0003-4424-7323
Елена В. Овчинникова	²	e.ov4innikova2011@ya.ru	0000-0001-6755-2764
Сергей Н. Кобченко	³	46cxa@mail.ru	0000-0002-2218-4598
Елизавета Д. Ткачева	¹	tckachewa.liza@yandex.ru	0000-0000-000-0000

¹ Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия

² Курский институт кооперации, ул. Радищева, 116, г. Курск, 305004, Россия

³ Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, ул. Карла Маркса, 70, г. Курск, 305021, Россия

Аннотация. Одним из перспективных направлений в хлебопечении в настоящее время является замена в рецептуре хлеба и хлебобулочных изделий пшеничной муки другими видами сырья. Проведено исследование влияния вторичного яблочного сырья (замороженных яблочных выжимок) на органолептические (форма, поверхность, цвет, пропеченность, промес, пористость, вкус, запах) и физико-химические показатели качества разработанных образцов хлеба. Прототипом являлась унифицированная рецептура хлеба пшеничного. В данной рецептуре осуществлялась замена части пшеничной муки на рисовую: в образце хлеба №1 – 25% рисовой муки; в образце №2 – 12,5% рисовой муки. Также сахар, предусмотренный стандартной рецептурой, заменялся 10% замороженных яблочных выжимок. Количество других ингредиентов в рецептуре оставалось неизменным. Качественные показатели выпеченных образцов хлеба исследовали с использованием органолептического и физико-химического методов. Органолептическая оценка проводилась с использованием пятибалльной шкалы оценки качества хлеба. По результатам исследования органолептических показателей качества разработанных образцов хлеба установлено, что они превосходят контрольный образец. Лучшим при этом оказался образец со свежеморожеными яблочными выжимками и рисовой мукой в количестве 12,5%. Образец хлеба со свежеморожеными яблочными выжимками и 25% рисовой муки уступил ему лишь по пористости (наличие небольших пустот). По физико-химическим показателям все образцы хлеба пшеничного с добавлением яблочного сырья и рисовой муки, а также контрольный, отвечали требованиям нормативной документации. Экспериментально установлено, что яблочные выжимки влияют на увеличение содержания железа и фосфора в хлебе. Предварительное замачивание выжимок в эмульсии масло – вода приводило к улучшению реологических свойств теста и пористости готовых изделий.

Ключевые слова: пшеничный хлеб, рисовая мука, яблочные выжимки, органолептические показатели, физико-химические показатели.

Study of the influence of apple pomace and rice flour on the quality factors of wheat bread

Maria A. Zaikina	¹	zaikina.marija@ya.ru	0000-0002-6457-6442
Anna E. Kovaleva	¹	a.e.kovaleva@ya.ru	0000-0001-7807-1755
Elvira A. Pyanikova	¹	alia1969@ya.ru	0000-0003-4424-7323
Elena V. Ovchinnikova	²	e.ov4innikova2011@ya.ru	0000-0001-6755-2764
Sergey N. Kobchenko	³	46cxa@mail.ru	0000-0002-2218-4598
Elizabeth D. Tkacheva	¹	tckachewa.liza@yandex.ru	0000-0000-000-0000

¹ South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia

² Kursk Institute of Cooperation, Radishcheva, 116, Kursk, 305004, Russia

³ Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov, 70 Karl Marx Street, Kursk, 305021, Russia

Abstract. One of the promising directions in baking at present is the replacement of wheat flour in the production of bread and bakery products with other types of raw materials. A study of the influence of secondary apple raw materials (frozen apple pomace) on the organoleptic (shape, surface, colour, bakedness, mix, porosity, taste, smell) and physicochemical indicators of the quality of the developed bread samples was carried out. The prototype was a unified wheat bread recipe. In this recipe, part of the wheat flour was replaced with rice: in bread sample No. 1 - 25% rice flour; in sample No. 2 - 12.5% rice flour. Also the sugar provided by the standard recipe was replaced by 10% of frozen apple pomace. The amount of other ingredients in the recipe remained unchanged. The quality indicators of baked bread samples were examined using organoleptic and physicochemical methods. Organoleptic assessment was carried out using a five-point scale for assessing the quality of bread. According to the results of the study of the organoleptic indicators of the quality of the developed samples of bread, it was found that they exceeded the control sample. In this case, the sample with fresh frozen apple pomace and rice flour in the amount of 12.5% turned out to be the best. A sample of bread with freshly frozen apple pomace and 25% rice flour was inferior to it only in porosity (the presence of small voids). In terms of physical and chemical indicators, all samples of wheat bread with the addition of apple raw materials and rice flour, as well as the control one, met the requirements of regulatory documents. It has been experimentally established that apple pomace affects the increase in the content of iron and phosphorus in bread. Pre-soaking the pomace in an oil-water emulsion improved the rheological properties of the dough and the porosity of the finished product.

Keywords: wheat bread, rice flour, apple pomace, organoleptic parameters, physical and chemical parameters

Для цитирования

Заикина М.А., Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Овчинникова Е.В., Кобченко С.Н., Ткачева Е.Д. Исследование влияния яблочных выжимок и рисовой муки на качественные показатели хлеба пшеничного // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 1. С. 233–239. doi:10.20914/2310-1202-2021-1-233-239

For citation

Zaikina M.A., Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Ovchinnikova E.V., Kobchenko S.N., Tkacheva E.D. Study of the influence of apple pomace and rice flour on the quality factors of wheat bread. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2021. vol. 83. no. 1. pp. 233–239. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2021-1-233-239

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

Введение

Хлеб является основным продуктом питания, который потребляется ежедневно, и его качество высоко ценится потребителями [1]. Хлеб может выступать в качестве источника энергии и носителя фолатов, меди [2], тиамина, цинка, железа, фитиновой кислоты, минералов [3].

В последнее время наметилась общая тенденция к повышению пищевой ценности хлебобулочных изделий с использованием клетчатки, т. к. данная продукция широко потребляется населением [4]. В настоящее время приоритетными направлениями развития пищевой и перерабатывающей промышленности являются: переход к ресурсосберегающим технологиям, обеспечивающим безотходное производство и переработка новых видов сырья, полученных с использованием различных технологий.

Также хлеб может быть хорошим источником фенольных антиоксидантов и волоконных полисахаридов в высоких концентрациях [5], которыми его обогащают яблочные выжимки.

Яблоко – важная питательная культура, которая в основном потребляется в виде свежих фруктов; однако небольшая часть яблок перерабатывается в приготовленные ломтики, соки и желе [6]. При этом образуется огромное количество вторичного сырьевого ресурса: при получении сока образуется 50–60% выжимок.

Яблочные выжимки являются хорошим источником легкоусвояемой клетчатки, пектина и фенольных соединений. Фенольные соединения яблочной выжимки включают гидроксикоричные кислоты, антоцианы, флавонолы и дигидрохальконы [7].

В яблочных выжимках среди минеральных веществ в наибольшем количестве содержатся кальций (24,2 мг), калий (49,1 мг), фосфор (21,2 мг) и магний (23,7 мг). В выжимках отмечено высокое содержание микроэлемента железа (в зависимости от помологического сорта яблок его значение варьируется от 2,2 до 6,8 мг), который относится к элементам кроветворного комплекса [8].

Между тем, яблочные выжимки служат богатым источником биологически активных веществ – витаминов С (22 мг), Р (64 мг), Е, β -каротина, тритерпеновых соединений, витаминов группы В, минеральных элементов (после отжатия сока в выжимках остается почти половина общего количества важнейших минеральных элементов), пищевых волокон, в том числе пектиновых веществ [9], которые содержатся в свежих выжимках (2,5 г) в водорастворимой (0,6 г) и водонерастворимой форме (1,9 г).

Пищевые волокна из разных источников используются для замены пшеничной муки при приготовлении хлебобулочных изделий. Другим заменителем пшеничной муки нами была выбрана рисовая мука. Как показывают исследования, применение рисовой муки в количестве 10%-50% способствует увеличению автолитической активности пшеничной муки. Более высокая автолитическая активность пшеничной муки свидетельствует о повышенной активности ферментов, в особенности α -амилазы. Это в дальнейшем отрицательно сказывается на качестве выпекаемого изделия.

При внесении в рецептуру теста более 20% рисовой муки наблюдается ухудшение эластичности теста, потемнение мякиша. На поверхности изделия появляются трещины и надрывы. Увеличение дозировки рисовой муки приводит к ухудшению реологических и биохимических показателей теста. Для получения хлеба удовлетворительного качества с дозировкой рисовой муки более 20% необходимо использовать специальные подкисляющие природные добавки [10].

Материалы и методы

Все исследуемые образцы хлеба готовились безопарным способом. Пробную лабораторную выпечку проводили согласно ГОСТ 27669–88.

Яблочное сырье в рецептуру вводится с целью замещения сахара, повышения кислотности хлеба и сокращения процесса брожения. Предварительно яблочные выжимки размораживали и замачивали в смеси растительного масла и теплой воды (температура воды 28–30 °С). Замачивание яблочных выжимок в эмульсии масло – вода позволяет интенсифицировать переход водонерастворимых пектинов в растворимые, что в последующем сказывается на реологических свойствах теста. При этом в готовом изделии улучшаются показатели пористости.

Смесь из яблочных выжимок, воды и масла перемешиванием довели до однородной консистенции. Затем она выстаивалась в течение 15–20 мин. Одновременно в тестомесильной машине замешивались остальные ингредиенты (мука, соль, дрожжи). После этого смесь с выжимками добавлялась в тесто.

После замешивания тесто подвергалось брожению в течение 5–7 мин. При этом температура теста поднималась до 30 °С. Затем производилась обминка, после чего процесс брожения продолжался еще 5–7 мин.

После этого тесто разливали по формам и для расстойки помещали на 20 мин в специальную камеру. Процесс расстойки осуществлялся при температуре 34–35 °С. В результате этого происходило увеличение теста в объеме. Выпекание хлеба осуществляли при температуре 195–205 °С. Длительность выпечки составляла 20 мин. Выпеченный хлеб постепенно охлаждали при комнатной температуре. После охлаждения проводили анализ органолептических и физико-химических показателей качества хлеба.

Определялось содержание минерального вещества – фосфора. При определении фосфора в хлебе использовали методы сухой и мокрой минерализации [11].

Метод измерения содержания железа в пищевых продуктах основан на измерении интенсивности окраски раствора комплексного соединения двухвалентного железа с ортофосфатом [12, 13].

Результаты и обсуждение

Для проведения эксперимента была взята рецептура, рассчитанная на основе унифицированной на хлеб пшеничный. Контрольным образцом служил хлеб из пшеничной муки, приготовленный по унифицированной рецептуре. Рецептуры хлеба представлены в таблице 1.

Таблица 1.
Рецептура хлеба
Table 1.
Bread recipe

Сырьевой состав Raw material composition	Образец Sample		
	Контроль Control	№ 1	№ 2
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, г High-grade baking wheat flour, g	160	120	140
Мука рисовая, г Rice flour, g	–	40	20
Дрожжи прессованные, г Pressed yeast, g	5,5	5,5	5,5
Вода питьевая, мл Drinking water, ml	110	110	110
Масло растительное, мл Vegetable oil, ml	10	10	10
Яблочные выжимки, г Apple pomace, g	–	30	30
Соль поваренная, г Table salt, g	2,5	2,5	2,5
Сахар-песок, г Granulated sugar, g	2,5	–	–

Готовые образцы хлеба оценивались через 4 часа после выпечки. Для этого использовалась специально разработанная 5 – балльная шкала [14–20]. Используя балльную шкалу, каждый дегустатор заполнил карту. Полученные результаты были обработаны и на основе их составлен протокол испытаний. Средние значения органолептических показателей качества образцов хлеба приведены в таблице 2. Полученные образцы хлеба в разрезе представлены на рисунке 1.

Рисунок 1. Образцы хлеба в разрезе
Figure 1. Bread samples in the section

Таблица 2.
Средние значения органолептических показателей качества образцов хлеба
Table 2.
Average values of organoleptic indicators of the quality of bread samples

Показатель Indicator	Образец Sample		
	Контроль Control	Образец № 1 Sample № 1	Образец № 2 Sample № 2
	Баллы Points		
Внешний вид Appearance:			
Форма Form	4.2	4.9	4.8
Поверхность Surface	3.8	4.8	4.6
Цвет Color	3.6	4.9	4.8
Состояние мякиша Baked goods	5.0	5.0	5.0
Промес Promes	5.0	5.0	5.0
Пористость Porosity	4.0	4.6	5.0
Вкус Taste	5.0	5.0	5.0
Запах Smell	4.6	4.2	4.9
Сумма баллов Total points	35.2	37.5	39.1

В ходе проведения органолептической оценки качества контрольного образца хлеба и образцов с использованием рисовой муки было установлено, что все образцы достаточно высокого качества. Все хлебобулочные изделия имели правильную форму. У образцов № 1 и 2 верхняя корочка была выпуклая: при этом у образца № 2 она была более выпуклая.

Поверхность у образцов хлеба № 1 и 2 шероховатая, без трещин и подрывов, в отличие от контрольного, у которого были большие подрывы.

Цвет контрольного образца хлеба светло-коричневый, с незначительными подгорелостями; цвет мякиша белый. У образцов № 1 и № 2 цвет корки светло-коричневый; мякиш белого цвета с сероватым оттенком.

Мякиш у всех исследуемых образцов пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный; после легкого надавливания пальцами мякиш принимал первоначальную форму.

Комочков и следов непромеса ни в одном образце не наблюдалось.

Пористость в образцах была развитая. Только в контрольном образце, в отличие от образцов № 1 и 2, были пустоты значительных размеров. В образце № 1 также наблюдались пустоты, но небольших размеров.

Вкус у образцов был приятный: у контрольного – свойственный пшеничному хлебу, у образцов № 1 и 2 – свойственный данному виду изделия, слегка сладковатый.

Запах у контрольного образца свойственный пшеничному хлебу, без посторонних запахов, у образцов № 1 и № 2 запах, свойственный внесенным вкусовым добавкам, без посторонних запахов.

Также было проведено исследование на установление срока годности разработанных образцов хлеба, которое показало, что по истечении 72 часов хлеб остается свежим.

В результате проведения физико-химических испытаний для выпеченных образцов хлеба с использованием вторичного яблочного сырья получили данные, представленные в таблице 3.

Таблица 3.

Результаты физико-химических испытаний разработанных хлебов

Table 3.

Results of physical and chemical tests for the developed loaves

Показатель Indicator	Образец Sample		
	Контроль Control	Контроль Control	Контроль Control
М.д. влаги, % Water, %	42.2	43.6	43.6
Кислотность, град, < Acidity, deg, <	3.2	3.4	3.4
Пористость, %> Porosity, %, >	69.25	73.30	73.30

По физико-химическим показателям образцы хлеба удовлетворяют требованиям нормативной документации. Разработанные образцы хлеба имели высокую пористость и оптимальную влажность. Эти показатели позволяют легче усваиваться хлебу.

В анализируемых образцах сырья и хлеба было исследовано содержание железа и фосфора и получены усредненные значения, результаты которых представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Содержание железа и фосфора в компонентах и образцах хлеба

Table 4.

The content of iron and phosphorus in the components and samples of bread

Образцы Samples	Содержание железа, мг/100г Iron content, mg/100g	Содержание фосфора, мг/100г Phosphorus content, mg/100g
Мука рисовая Rice flour	4.41	68.79
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта High-grade baking wheat flour	6.20	72.86
Яблочные выжимки Apple pomace	6.03	79.91
Контрольный образец хлеба Control sample of bread	3.36	47.82
Образец № 1 Sample №. 1	3.96	55.36
Образец № 2 Sample №.2	4.43	56.40

При анализе железа в сырье определили, что наибольшее его количество содержится в пшеничной муке, наименьшее – в рисовой. Яблочные выжимки по содержанию железа приближены к пшеничной муке. Наибольшее содержание фосфора наблюдается в яблочных выжимках, а наименьшее – в рисовой муке. Что же касается образцов хлеба с добавлением в яблочных выжимках, то в них также присутствуют железо и фосфор. Анализ образцов хлеба на содержание железа и фосфора показал, что наибольшее количество этих микроэлементов в образце № 2. Образец № 1 по содержанию фосфора и железа превосходил контрольный, но уступал образцу № 2.

Заключение

На основе проведенных исследований установили:

- замачивание яблочных выжимок в растительном масле перед приготовлением теста позволяет получить хлеб с развитой пористостью и хорошим объемом;
- применение рисовой муки в количестве 20%, способствует увеличению автолитической активности пшеничной муки;

– внесение в рецептуру растительного масла позволяет снизить потери влаги. Поэтому хлеб по истечении 72 часов остается свежим и не черствеет;

– замена части пшеничной муки рисовой и внесение размороженных яблочных выжимок позволяет получить хлеб высокого качества.

Литература

- 1 Motrena S.G., Carvalho M.J., Canada J., Alvarenga N.B. et al. Characterization of gluten-free bread prepared from maize, rice and tapioca flours using the hydrocolloid seaweed agar-agar // *Recent Res. Sci. Technol.* 2011. V. 3. P. 64–68.
- 2 Ковалева А.Е., Пяникова Э.А., Ткачева Е.Д., Рязанцева А.С. Оценка показателей качества хлеба пшеничного, обогащенного вторичным яблочным сырьем // *Вестник ВГУИТ.* 2020. Т. 82. № 3. С. 200–206. doi: 10.20914/2310-1202-2020-3-200-206
- 3 Helou C., Gadonna-Widehem P., Robert N., Branlard G. et al. The impact of raw materials and baking conditions on Maillard reaction products, thiamine, folate, phytic acid and minerals in white bread // *Food & function.* 2016. V. 7. №. 6. P. 2498-2507.
- 4 Kotsianis I.S., Giannou V., Tzia C. Production and packaging of bakery products using MAP technology // *Trends Food Sci. Technol.* 2002. V. 13. P. 319–324.
- 5 Sivam A.S., Sun-Waterhouse D., Quek S., Perera C.O. Properties of bread dough with added fiber polysaccharides and phenolic antioxidants: a review // *Journal of food science.* 2010. V. 75. №. 8. P. R163-R174. doi: 10.1111/j.1750-3841.2010.01815.
- 6 Madbouly A.K., Elyousr K.A.M.A., Ismail I.M. Biocontrol of *Monilinia fructigena*, causal agent of brown rot of apple fruit, by using endophytic yeasts // *Biological Control.* 2020. V. 144. P. 104239. doi: 10.1016/j.biocontrol.2020.104239
- 7 García Y.D., Valles B.S., Lobo A.P. Phenolic and antioxidant composition of by-products from the cider industry: Apple pomace // *Food Chemistry.* 2009. V. 117. №. 4. P. 731-738. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.04.049
- 8 Перфилова О.В. Яблочные выжимки как источники биологически активных веществ в технологии продуктов питания // *Новые технологии.* 2017. № 4. С. 65–71.
- 9 Chaldae P.A., Svechnikov A.Yu. The use of apple pomace for food production // *Food industry.* 2014. V. 4. P. 23–28.
- 10 Динь Тхи Хьен. Определение оптимальной рецептуры хлеба с рисовой мукой // *Пищевая промышленность.* 2010. № 6. С. 64–65.
- 11 Заикина М.А., Ковалева А.Е., Пяникова Э.А. Разработка рецептуры хлеба ржано-пшеничного с использованием яблочного йод пектинового экстракта // *Вестник ВГУИТ.* 2020. Т. 82. № 4. С. 202–206. doi: 10.20914/2310-1202-2020-4-202-206
- 12 Беляев А.Г., Быковская Е.И., Ткачева Е.Д. Изучения возможности использования продуктов лекарственных растений – кипрея узколистного и мяты перечной в технологии производства пряничных изделий // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК продукты здорового питания.* 2020. Т. 3. С. 8–17.
- 13 Беляев А.Г., Боев С.Г., Бароян Н.С. Изучения возможности использования рябины обыкновенной и рябины черноплодной при изготовлении йогуртов // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК продукты здорового питания.* 2019. Т. 4. С. 16–22.
- 14 Ковалева А.Е., Пяникова Э.А. Оценка показателей качества хлеба пшеничного, обогащенного вторичным яблочным сырьем // *Вестник ВГУИТ.* 2020. Т. 82. № 1. С. 200–206. doi: 10.20914/2310-1202-2020-3-200-207
- 15 Bartkiene E., Bartkevics V., Pugajeva I., Krungleviciute V. et al. The contribution of *P. acidilactici*, *L. plantarum*, and *L. curvatus* starters and L-(+)-lactic acid to the acrylamide content and quality parameters of mixed rye-Wheat bread // *LWT.* 2017. V. 80. P. 43-50. doi: 10.1016/j.lwt.2017.02.005
- 16 Przygodzka M., Piskula M.K., Kukurová K., Ciesarová Z. et al. Factors influencing acrylamide formation in rye, wheat and spelt breads // *Journal of Cereal Science.* 2015. V. 65. P. 96-102. doi: 10.1016/j.jcs.2015.06.011
- 17 Mihhalevski A., Heinmaa I., Traksmaa R., Pehk T. et al. Structural changes of starch during baking and staling of rye bread // *Journal of agricultural and food chemistry.* 2012. V. 60. №. 34. P. 8492-8500. doi: 10.1021/jf3021877
- 18 Wang D., Yeats T.H., Uluisik S., Rose J.K. et al. Fruit softening: revisiting the role of pectin // *Trends in plant science.* 2018. V. 23. № 4. P. 302-310. doi: 10.1016/j.tplants.2018.01.006
- 19 Ciriminna R., Fidalgo A., Delisi R., Ilharco L.M. et al. Pectin production and global market // *Agro Food Ind. Hi-Tech.* 2016. V. 27. №. 5. P. 17-20.
- 20 Zhang W., Xu P., Zhang H. Pectin in cancer therapy: A review // *Trends in Food Science & Technology.* 2015. V. 44. №. 2. P. 258-271. doi: 10.1016/j.tifs.2015.04.001

References

- 1 Motrena S.G., Carvalho M.J., Canada J., Alvarenga N.B. et al. Characterization of gluten-free bread prepared from maize, rice and tapioca flours using the hydrocolloid seaweed agar-agar. *Recent Res. Sci. Technol.* 2011. vol. 3. pp. 64–68.
- 2 Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Tkacheva E.D., Ryazantseva A.S. Assessment of quality indicators of wheat bread, enriched with secondary apple raw materials. *Proceedings of VSUET.* 2020. vol. 82. no. 3. pp. 200–206. doi: 10.20914/2310-1202-2020-3-200-206 (in Russian).

- 3 Helou C., Gadonna-Widehem P., Robert N., Branlard G. et al. The impact of raw materials and baking conditions on Maillard reaction products, thiamine, folate, phytic acid and minerals in white bread. *Food & function*. 2016. vol. 7. no. 6. pp. 2498-2507.
- 4 Kotsianis I.S., Giannou V., Tzia C. Production and packaging of bakery products using MAP technology. *Trends Food Sci. Technol.* 2002. vol. 13. pp. 319-324.
- 5 Sivam A.S., Sun-Waterhouse D., Quek S., Perera C.O. Properties of bread dough with added fiber polysaccharides and phenolic antioxidants: a review. *Journal of food science*. 2010. vol. 75. no. 8. pp. R163-R174. doi: 10.1111/j.1750-3841.2010.01815.x
- 6 Madbouly A.K., Elyousr K.A.M.A., Ismail I.M. Biocontrol of *Monilinia fructigena*, causal agent of brown rot of apple fruit, by using endophytic yeasts. *Biological Control*. 2020. vol. 144. pp. 104239. doi: 10.1016/j.biocontrol.2020.104239
- 7 García Y.D., Valles B.S., Lobo A.P. Phenolic and antioxidant composition of by-products from the cider industry: Apple pomace. *Food Chemistry*. 2009. vol. 117. no. 4. pp. 731-738. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.04.049
- 8 Perfilova O.V. Apple pomace as sources of biologically active substances in food technology. *New technologies*. 2017. no. 4. pp. 65-71. (in Russian).
- 9 Chaldae P.A., Svechnikov A.Yu. The use of apple pomace for food production. *Food industry*. 2014. vol. 4. pp. 23-28.
- 10 Dinh Thi Hien. Determination of the optimal recipe for bread with rice flour. *Food Industry*. 2010. no. 6. pp. 64-65. (in Russian).
- 11 Zaikina M.A., Kovaleva A.E., Pyanikova E.A. Development of recipes for rye-wheat bread using apple iodine pectin extract. *Proceedings of VSUET*. 2020. vol. 82. no. 4. pp. 202-206. doi: 10.20914/2310-1202-2020-4-202-206 (in Russian).
- 12 Belyaev A.G., Bykovskaya E.I., Tkacheva E.D. Study of the possibility of using products of medicinal plants - fireweed and peppermint in the technology of production of gingerbread products. *Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex healthy food products*. 2020. vol. 3. pp. 8-17. (in Russian).
- 13 Belyaev A.G., Boev S.G., Baroyan N.S. Study of the possibility of using mountain ash and black chokeberry in the manufacture of yoghurts. *Technologies for food and processing industries of the agro-industrial complex healthy food products*. 2019. vol. 4. pp. 16-22. (in Russian).
- 14 Kovaleva A.E., Pyanikova E.A. Assessment of quality indicators of wheat bread, enriched with secondary apple raw materials. *Proceedings of VSUET*. 2020. vol. 82. no. 1. pp. 200-206. doi: 10.20914/2310-1202-2020-3-200-207 (in Russian).
- 15 Bartkiene E., Bartkevics V., Pugajeva I., Krungleviciute V. et al. The contribution of *P. acidilactici*, *L. plantarum*, and *L. curvatus* starters and L-(+)-lactic acid to the acrylamide content and quality parameters of mixed rye-Wheat bread. *LWT*. 2017. vol. 80. pp. 43-50. doi: 10.1016/j.lwt.2017.02.005
- 16 Przygodzka M., Piskula M.K., Kukurová K., Ciesarová Z. et al. Factors influencing acrylamide formation in rye, wheat and spelt breads. *Journal of Cereal Science*. 2015. vol. 65. pp. 96-102. doi: 10.1016/j.jcs.2015.06.011
- 17 Mihhalevski A., Heinmaa I., Traksmaa R., Pehk T. et al. Structural changes of starch during baking and staling of rye bread. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2012. vol. 60. no. 34. pp. 8492-8500. doi: 10.1021/jf3021877
- 18 Wang D., Yeats T.H., Uluisik S., Rose J.K. et al. Fruit softening: revisiting the role of pectin. *Trends in plant science*. 2018. vol. 23. no. 4. pp. 302-310. doi: 10.1016/j.tplants.2018.01.006
- 19 Ciriminna R., Fidalgo A., Delisi R., Ilharco L.M. et al. Pectin production and global market. *Agro Food Ind. Hi-Tech*. 2016. vol. 27. no. 5. pp. 17-20.
- 20 Zhang W., Xu P., Zhang H. Pectin in cancer therapy: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2015. vol. 44. no. 2. pp. 258-271. doi: 10.1016/j.tifs.2015.04.001

Сведения об авторах

Мария А. Заикина к.т.н., доцент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго - Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, zaikina.marija@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6457-6442>

Анна Е. Ковалева к.х.н., доцент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго - Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, a.e.kovaleva@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-7807-1755>

Эльвира А. Пяникова к.т.н., доцент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго - Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, alia1969@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4424-7323>

Елена В. Овчинникова к.э.н., доцент, кафедры товароведно-технологических дисциплин, Курский институт кооперации, ул. Радищева, 116, г. Курск, 305004, Россия, e.ov4innikova2011@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6755-2764>

Information about authors

Maria A. Zaikina Cand. Sci. (Engin.), associate professor, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, zaikina.marija@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6457-6442>

Anna E. Kovaleva Cand. Sci. (Chem.), associate professor, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, a.e.kovaleva@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-7807-1755>

Elvira A. Pyanikova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, alia1969@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4424-7323>

Elena V. Ovchinnikova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, commodity and technological disciplines department, Kursk Institute of Cooperation, Radishcheva, 116, Kursk, 305004, Russia, e.ov4innikova2011@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6755-2764>

Сергей Н. Кобченко к.т.н., доцент, кафедра физико-математических дисциплин и информатики, Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, ул. Карла Маркса, 70, г. Курск, 305021, Россия, 46cxa@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2218-4598>

Елизавета Д. Ткачева студент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго - Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, tckachewa.liza@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Вклад авторов

Мария А. Заикина предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Анна Е. Ковалева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Эльвира А. Пьяникова написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Елена В. Овчинникова консультация в ходе исследования

Сергей Н. Кобченко консультация в ходе исследования

Елизавета Д. Ткачева обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Sergey N. Kobchenko Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, physical and mathematical disciplines and informatics department, Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanova, 70 Karl Marx Street, Kursk, 305021, Russia, 46cxa@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2218-4598>

Elizabeth D. Tkacheva student, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, tckachewa.liza@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Contribution

Maria A. Zaikina proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Anna E. Kovaleva review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Elvira A. Pyanikova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Elena V. Ovchinnikova consultation during the study

Sergey N. Kobchenko consultation during the study

Elizabeth D. Tkacheva review of the literature on an investigated problem

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 21/01/2021	После редакции 19/02/2021	Принята в печать 04/03/2021
Received 21/01/2021	Accepted in revised 19/02/2021	Accepted 04/03/2021