

Разработка рецептуры и технологии печенья овсяного диетического

Анна Е. Ковалева	¹	a.e.kovaleva@ya.ru	 0000-0001-7807-1755
Эльвира А. Пьяникова	¹	alia1969@ya.ru	 0000-0003-4424-7323
Оксана В. Евдокимова	²	evdokimova_oxana@bk.ru	 0000-0002-0393-2327
Ирина В. Черемушкина	³	ir-inacher2010@ya.ru	 0000-0002-6016-0220

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

² Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, г. Орел, 302019, Россия

³ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр. Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. В настоящее время ассортимент диетических мучных кондитерских изделий не велик. Но интерес к данной категории продукции повышается в связи с ростом различного рода заболеваний желудочно-кишечного тракта, ожирения и т.д. Цель исследования заключалась в разработке технологии и рецептуры печенья овсяного диетического. Объектом изучения являлось традиционное овсяное печенье, в рецептуре которого присутствует пшеничная мука высшего сорта. В разрабатываемой рецептуре печенья овсяного диетического было предложено заменить пшеничную муку на овсяную, полученную путем размола овсяных хлопьев «Геркулес», овсяную муку – на овсяные хлопья «Геркулес». Также взамен яиц были введены свежемороженые яблочные выжимки. Овсяные хлопья, мука, полученная из них, и яблочные выжимки содержат в себе пищевые волокна, обладающие рядом положительных свойств для человеческого организма и способствующие снижению риска развития ряда заболеваний. В ходе проведенных исследований были введены дополнительные операции: приготовление муки из овсяных хлопьев «Геркулес», приготовление смеси из яблочных выжимок, сиропа топинамбура и жирового компонента. Последняя операция позволяет получить тесто с требуемыми реологическими характеристиками и однородной структурой. Также установлено, что в отличие от традиционной технологии продолжительность процесса выпекания овсяного печенья диетического увеличивается в 1,5–2,5 раза, а температура снижается с 180–240 до 160°C. Данные режимы позволяют получить готовое изделие с высокими показателями качества.

Ключевые слова: печенье овсяное, рецептура, технологические параметры, овсяные хлопья, мука, яблочные выжимки.

Development of the formulation and technology of oatmeal diet cookies

Anna E. Kovaleva	¹	a.e.kovaleva@ya.ru	 0000-0001-7807-1755
Elvira A. Pyanikova	¹	alia1969@ya.ru	 0000-0003-4424-7323
Oksana V. Evdokimova	²	evdokimova_oxana@bk.ru	 0000-0002-0393-2327
Irina V. Cheremushkina	³	ir-inacher2010@ya.ru	 0000-0002-6016-0220

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

² Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin, 69 Generala Rodina str., Orel, 302019, Russia

³ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. Currently, the range of dietary flour confectionery products is not large. But interest in this product category is increasing due to the growth of various diseases of the gastrointestinal tract, obesity, etc. The purpose of the study was to develop the technology and formulation of oatmeal dietary cookies. The object of the study was a traditional oatmeal cookie, in the formulation of which there is premium wheat flour. In the formulation of dietary oatmeal cookies being developed, it was proposed to replace wheat flour with oatmeal obtained by grinding oatmeal "Hercules", oatmeal with oatmeal "Hercules". Also, freshly frozen apple squeezes were introduced instead of eggs. Oat flakes, flour obtained from them, and apple pomace contain dietary fibers that have a number of positive properties for the human body and help reduce the risk of developing a number of diseases. In the course of the research, additional operations were introduced: the preparation of flour from oat flakes "Hercules", the preparation of a mixture of apple pomace, jerusalem artichoke syrup and a fat component. The last operation allows you to obtain a dough with the required rheological characteristics and a homogeneous structure. It was also found that, unlike traditional technology, the duration of the baking process of oatmeal cookies increases 1.5–2.5 times, and the temperature decreases from 180–240 up to 160°C. These modes allow you to get a finished product with high quality indicators.

Keywords: oatmeal cookies, recipe, technological parameters, oat flakes, flour, apple pomace.

Введение

Мучные кондитерские изделия составляют значительную часть в структуре питания населения России, причем наиболее популярным его видом является печенье [1, 2]. Использование печенья в качестве источника дефицитных микронутриентов весьма перспективно.

Здоровье является главной составляющей богатства общества и национальной безопасности страны. Продукты, которые население приобретает и использует, не сбалансированы по белкам, жирам и углеводам, наблюдается дефицит витаминов, микроэлементов [3]. Как показывают маркетинговые исследования, в последнее время потребители стали чаще обращать внимание

Для цитирования

Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Евдокимова О.В., Черемушкина И.В. Разработка рецептуры и технологии печенья овсяного диетического // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 4. С. 52–57. doi:10.20914/2310-1202-2024-4-52-57

For citation

Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Evdokimova O.V., Cheremushkina I.V. Development of the formulation and technology of oatmeal diet cookies. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 4. pp. 52–57. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-4-52-57

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

на концепцию «Здорового образа жизни», и в частности, на функциональные и обогащенные продукты питания. Это относится и к кондитерским изделиям [4].

Основная масса мучных кондитерских изделий производится из пшеничной муки высшего и / или первого сорта.

С развитием концепции здорового питания повышенное внимание привлекают продукты питания, приготовленные из грубых злаков, таких как овес. Зерно овса благодаря своим многочисленным питательным компонентам и функциональным свойствам укрепляет здоровье желудочно-кишечного тракта и регулировать уровень глюкозы в крови на международном уровне признано сырьем для здорового питания [5, 6].

Овсяная мука в отличие от пшеничной, в которая содержит глютен (80%), содержит в составе другое вещество – авенин. Это основной белок данной злаковой культуры (до 80%). Благодаря этому белку овсяная мука и овсяные хлопья оказывают на организм тонизирующее действие. В состав авенина, который на кишечник действует так же, как и глютен, входит 25% глутаминовой кислоты. Несмотря на то, что продукты из овса часто рекомендуют для людей, придерживающихся безглютеновой диеты, это можно отнести лишь только к тем хлопьям и муке, которые прошли специальную обработку и на которых стоит соответствующая пометка.

Кроме этого, отличительной особенностью овсяной муки является присутствие в ней кремния, который в пшеничной муке отсутствует. Также овсяная мука богата витаминами В1 (23,3%), РР (21,5%) и минералами калием (11,2%), магнием (27,5%), фосфором (43,8%), железом (20%) [7–9].

Овсяная мука содержит в своем составе растворимую клетчатку – β-глюкан, которая способствует снижению уровня холестерина в крови и риска сердечно-сосудистых заболеваний [10].

Цель работы – разработка рецептуры и технологии производства печенья овсяного диетического.

Материалы и методы

При разработке рецептуры печенья овсяного диетического была взята рецептура из сборника рецептур (Сборник унифицированных рецептур на печенье, 1989, рецептура № 198). С целью разработки печенья овсяного диетического было произведено ряд замен: мука пшеничная полностью заменена на овсяную, приготовленную из перемолотых овсяных хлопьев «Геркулес», овсяная мука – на овсяные хлопья «Геркулес», яйца – на яблочные выжимки, сахар – на сироп топинамбура. С учетом внесенных корректировок по рецептурным ингредиентам и их количественному соотношению в ходе многократных лабораторных выпечек были разработаны рецептуры (образец № 2, № 3 и № 4), представленные в таблице в таблице 1.

Таблица 1.

Рецептуры печенья «Овсяное» и печенья овсяного диетического

Table 1.

Recipes of "Oatmeal" cookies and oatmeal diet cookies

Ингредиент Ingredient	Количество, кг Content, kg			
	Контроль Control	Образец № 2 Sample No.2	Образец № 3 Sample No.3	Образец № 4 Sample No.4
Мука пшеничная высшего сорта Wheat flour of the highest grade	35,44	-	-	-
Мука овсяная Oatmeal flour	14,78	-	-	-
Сахар Sugar	37,19	-	-	-
Мука овсяная из перемолотых овсяных хлопьев «Геркулес» Oat flour from ground oat flakes "Hercules"	-	130	130	130
Овсяные хлопья «Геркулес» Oatmeal "Hercules"	-	40	40	40
Яблочные выжимки Apple squeezes	-	80	60	60
Масло сливочное Butter	16,35	90	90	-
Яйца Eggs	15,18	-	-	-
Ванилин Vanillin	0,049	-	-	-
Сода пищевая Baking soda	0,49	-	-	-
Соль пищевая Food salt	0,39	-	-	-
Курага Dried apricots	-	-	60	60
Сироп топинамбура Jerusalem Artichoke syrup	-	110	110	110
Разрыхлитель Baking powder	-	2	2	2
Растительное масло Vegetable oil	-	-	-	90

При приготовлении образца печенья овсяного диетического по рецептуре № 1 изделие было слегка внутри сыровато, что возможно связано с лишним количеством яблочных выжимок, в которых присутствуют пищевые волокна, обладающие повышенной влагоудерживающей способностью. Поэтому было принято решение уменьшить количество яблочных выжимок и изменить температурные режимы выпекания. В результате неоднократных выпечек и корректировок рецептурных ингредиентов была отработана рецептура № 3, которая позволила получить необходимый результат. Также в рецептуре с целью получения диетического печенья была произведена замена сливочного масла на растительное (образец № 4). Данная замена сказалась на снижении некоторых органолептических показателей, поэтому за рецептуру с оптимальным соотношением ингредиентов была взята рецептура № 3.

Отличительные особенности овсяного печенья формируются при замесе теста и выпечке. Замес теста по традиционной технологии ведется в тестомесильной машине периодического действия. Сырье загружается в следующей последовательности: жир (сливочное масло или маргарин), сахар, корица, ванилин, изюм. Изюм предварительно проходит магниты, подвергается мойке, а затем измельчается на машине типа мясорубки. В течение 10–30 мин смесь тщательно перемешивается (растирается).

В полученную массу при непрерывном помешивании добавляют овсяную муку, горячую воду температурой 70–90 °С (около 80% общего расхода) с растворенной в ней солью.

Полученная смесь перемешивается в течение 15–30 мин, после чего вносится оставшее количество воды, пшеничная мука (кроме муки на разделку), сода и другие рецептурные компоненты. Замес теста происходит в течение 6 мин до образования однородной массы.

На замес овсяного теста, в зависимости от водопоглотительной способности муки, требуется 15–24% воды (общее количество) к массе муки. Влажность теста при этом составляет 16–19%. Температура теста – 24–27 °С. Тесто для овсяного печенья формуют на машинах типа ФПЛ или вручную.

При ручном формировании тесто раскатывают в пласт толщиной 9–11 мм и штампуют тестовые заготовки выемкой диаметром 38 мм, укладывают их на листы для выпечки. Выпекают овсяное печенье при температуре 180–240 °С в зависимости от конструктивных особенностей печи. Продолжительность выпечки – 8–13 мин.

Печенье после выпечки охлаждают на транспортерах или на листах и далее направляют на фасование, упаковывание и хранение [11, 12].

Результаты и обсуждение

Новые технологии мучных кондитерских изделий, основанные на замене традиционного альтернативным сырьем, позволяют минимизировать затраты на расширение ассортимента и повысить пищевую ценность готового изделия. Технология приготовления печенья овсяного диетического представлена на рисунке 1.

Она включает в себя несколько этапов и начинается с подготовки овсяной муки. Для этого овсяные хлопья «Геркулес», размалываются с частотой вращения ножей 1300–1600 оборотов в минуту до полного размола хлопьев. Чтобы отделить случайные посторонние частицы, отличающиеся по размеру от частиц муки, муку овсяную просеивают. Мука проходит через сита просеивателя, размер ячеек 1,2–1,4 мм. Для удаления из муки металлических частиц, проходящих через отверстия сита просеивателя, на мучных линиях предусматриваются магнитные уловители. После прохождения через просеиватель и магнитоуловитель мука ссыпается во внутрицеховую маркированную тару и поступает в зону хранения добавок – сырья. Перед пуском в производство муку взвешивают.

Перед подачей на производство разрыхлители подвергаются предварительной подготовке. Гидрокарбонат натрия и карбонат аммония в измельченном виде просеивают через сито с ячейками диаметром не более 2 мм.

Применяемое в рецептуре овсяного печенья сливочное масло взвешивают и нагревают его до размягченного состояния.

Яблочные выжимки поступают свежемороженые в брикетах. Их первоначально подвергают разморозке при комнатной температуре, удаляют упаковку, протирают через сито на протирачной машине для удаления семян и перегородок, затем взвешивают необходимое количество.

Замес теста начинается со смешивания расплавленного сливочного масла (или растительного масла для образца № 4) с выжимками и сиропом в течение 2–3 мин., до получения однородной консистенции. Благодаря данной операции питательные вещества, содержащиеся в яблочных выжимках переходят в жировой компонент, а в последующем в готовое изделие. Затем добавляют разрыхлитель, овсяные хлопья «Геркулес» и муку, полученную размолотом из овсяных хлопьев «Геркулес». Хлопья придают изделию рассыпчатость и более воздушную структуру. Затем вносят измельченную курагу и полученную массу вымешивают в течение 5–7 минут до однородной консистенции. Из полученного теста делают заготовки круглой формы массой 50–60 г. и выкладывают их на противень, застеленный пергаментной бумагой.

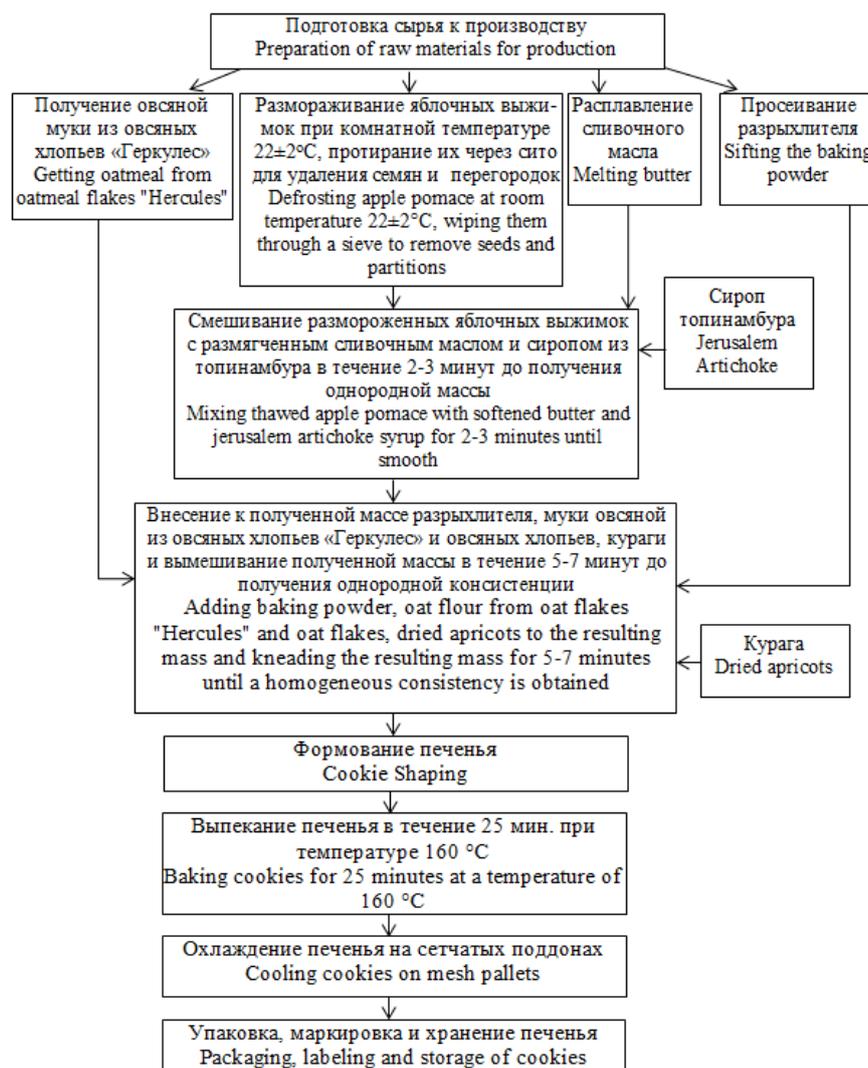


Рисунок 1. Технологическая схема производства печенья овсяного диетического
Figure 1. Technological scheme for the production of cookies oatmeal for dietary

Выпекание осуществляют в предварительно нагретом духовом шкафу при температуре 160 °С в течение 25 минут. Выпекание образца № 4 (с заменой в рецептуре сливочного масла на растительное) осуществляли при температуре 160 °С в течение 20 минут. При увеличении температуры выпекания до 180 °С и при этом уменьшении времени выпекания у изделий верхняя корочка подгорала. По окончании выпечки печенье охлаждают на сетчатых поддонах при комнатной температуре и после полного остывания упаковывают.

Заключение

В ходе разработки рецептуры и технологического процесса производства печенья овсяного диетического было установлено, что:

– отличительной особенностью рецептуры овсяного печенья обогатненного от традиционной является полная замена пшеничной муки на овсяную, полученную размолотом овсяных хлопьев «Геркулес», а овсяной – на овсяные хлопья «Геркулес»;

– в технологическом процессе производства добавились дополнительные операции: по приготовлению овсяной муки из овсяных хлопьев «Геркулес»; по приготовлению смеси из яблочных выжимок, жирового компонента (масла сливочного или растительного) и сиропа топинамбура;

– вводимая технологическая операция по приготовлению смеси из яблочных выжимок, жирового компонента (масла сливочного или растительного) и сиропа топинамбура позволяет получить тесто с требуемыми реологическими характеристиками, обеспечивающая равномерность распределения входящих в рецептурный состав компонентов, образование однородной структуры теста и готового овсяного печенья;

– процесс выпекания овсяного печенья диетического осуществлялся более длительное время (в течение 20 минут) при более низкой температуре 160 °С, в сравнении с традиционной технологией – 180–240 °С в течение 8–13 минут.

Литература

- 1 Шанина Е.В. Перспективы применения вторичного сырьевого ресурса (жмыха льна) в производстве овсяного печенья // Вестник КрасГАУ. 2023. № 5(194). С. 202–209. doi: 10.36718/1819–4036–2023–5–202–209
- 2 Магомедов Г., Олейникова А., Лукина С. и др. Новый кекс повышенной пищевой ценности // Хлебопродукты. 2010. № 6. С. 38–39.
- 3 Черемушкина И.В., Осенева О.В. «Зеленая» экономика: экологические инновации и экологические продукты // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85, № 4(98). С. 28–34. doi: 10.20914/2310–1202–2023–4–28–34
- 4 Беркетова Л.В. Содержание пищевых волокон в кондитерских изделиях // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 3. С. 111–117. doi: 10.20914/2310–1202–2022–3–111–117
- 5 Martínez-Villaluenga C., Peñas E. Health benefits of oat: current evidence and molecular mechanisms // *Curr. Opin. Food Sci.* 2017. V. 14. P. 26–31.
- 6 Raguindin P.F., Itodo O., Adam, Stoyanov J., Dejanovic G.M. et al. A systematic review of phytochemicals in oat and buckwheat // *Food Chem.* 2021. V. 338. P. 127982.
- 7 Пат. № 2775915, RU, A21D 13/80, A21D 13/066, A21D 8/06. Бисквитный полуфабрикат безглютеновый и способ его приготовления / Пьяникова Э.А., Ковалева А.Е., Ткачева Е.Д., Рязанцева А.С. № 2021132799; Заявл. 11.11.2021; Опубл. 11.07.2022.
- 8 Самсонова Е.Д., Красноштанова А.А. Технология хлебобулочных изделий с использованием белоксодержащего растительного сырья // Успехи в химии и химической технологии. 2020. № 11. С. 62–67.
- 9 Полонский В.И., Сурин Н.А., Герасимов С.А., Липшин А.Г. и др. Изучение сортов овса (*Avena sativa* L.) различного географического происхождения по качеству зерна и продуктивности // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. № 23(6). С. 683–690.
- 10 Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Рязанцева А.С. и др. Влияние добавления муки из овсяных хлопьев на технологические параметры приготовления пшеничного багета // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 1(99). С. 38–45. doi: 10.20914/2310–1202–2024–1–38–45
- 11 Погорелова Н.А., Жигульская И.А., Белкина С.Е. Разработка технологии овсяного печенья с функциональными ингредиентами // Вестник ОмГАУ. 2017. № 3 (27). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-ovsyanogo-pechenya-s-funktsionalnymi-ingredientami>
- 12 Ткешелашвили М.Е., Бобожонова Г.А. Использование натуральных сахарозаменителей в производстве овсяного печенья // Товаровед продовольственных товаров. 2022. № 5. С. 316–318. doi: 10.33920/igt-01–2205–04
- 13 Chauhan A., Saxena D.C., Singh S. Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus* spp.) flour // *LWT-Food Science and Technology.* 2015. V. 63. №. 2. P. 939-945. doi: 10.1016/j.lwt.2015.03.115
- 14 Lauková M., Kohajdová Z., Karovičová J. Effect of hydrated apple powder on dough rheology and cookies quality // *Slovak Journal of Food Sciences/Potravinarstvo.* 2016. V. 10. №. 1.
- 15 Jemziya M.B.F., Mahendran T. Quality characteristics and sensory evaluation of cookies produced from composite blends of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) flour // *Sri Lanka Journal of Food and Agriculture.* 2015. V. 1. №. 2. doi: 10.4038/sljfa.v1i2.16
- 16 Batista A.P., Niccolai A., Fradinho P., Fragoso S. et al. Microalgae biomass as an alternative ingredient in cookies: Sensory, physical and chemical properties, antioxidant activity and in vitro digestibility // *Algal research.* 2017. V. 26. P. 161-171. doi: 10.1016/j.algal.2017.07.017
- 17 Miranda J., Lasa A., Bustamante M.A., Churrua I. et al. Nutritional differences between a gluten-free diet and a diet containing equivalent products with gluten // *Plant foods for human nutrition.* 2014. V. 69. P. 182-187. doi: 10.1007/s11130-014-0410-4
- 18 Melini V., Melini F. Gluten-free diet: Gaps and needs for a healthier diet // *Nutrients.* 2019. V. 11. №. 1. P. 170. doi: 10.3390/nu11010170
- 19 Schwimmer J.B. et al. Effect of a low free sugar diet vs usual diet on nonalcoholic fatty liver disease in adolescent boys: a randomized clinical trial // *Jama.* 2019. V. 321. №. 3. P. 256-265. doi:10.1001/jama.2018.20579
- 20 Shewry P.R., Hey S.J. The contribution of wheat to human diet and health // *Food and energy security.* 2015. V. 4. №. 3. P. 178-202. doi: 10.1002/fes3.64

References

- 1 Shanina E.V. Prospects for the Use of Secondary Raw Materials (Flax Cake) in the Production of Oatmeal Cookies. *Bulletin of KrasSAU.* 2023. no. 5 (194). pp. 202–209. doi: 10.36718/1819–4036–2023–5–202–209 (in Russian).
- 2 Magomedov G., Oleynikova A., Lukina S., et al. New Cake with Increased Nutritional Value. *Bread Products.* 2010. no. 6. pp. 38–39. (in Russian).
- 3 Cheremushkina I.V., Oseneva O.V. “Green” Economy: Environmental Innovations and Environmental Products. *Proceedings of VSUET.* 2023. vol. 85. no. 4 (98). pp. 28–34. doi: 10.20914/2310–1202–2023–4–28–34 (in Russian).
- 4 Berketova L.V. Dietary fiber content in confectionery products. *Proceedings of VSUET.* 2022. vol. 84. no. 3. pp. 111–117. doi: 10.20914/2310–1202–2022–3–111–117 (in Russian).
- 5 Martínez-Villaluenga C., Peñas E. Health benefits of oat: current evidence and molecular mechanisms. *Curr. Opin. Food Sci.* 2017. vol. 14. pp. 26–31.
- 6 Raguindin P.F., Itodo O., Adam, Stoyanov J., Dejanovic G.M. et al. A systematic review of phytochemicals in oat and buckwheat. *Food Chem.* 2021. vol. 338. pp. 127982.
- 7 P'yannikova E.A., Kovaleva A.E., Tkacheva E.D., Ryazantseva A.S. Gluten-free biscuit semi-finished product and method for its preparation. Patent RF, no. 2775915, 2022.
- 8 Samsonova E.D., Krasnoshtanova A.A. Technology of bakery products using protein-containing plant raw materials. *Advances in Chemistry and Chemical Technology.* 2020. no. 11. pp. 62–67. (in Russian).

- 9 Polonskiy V.I., Surin N.A., Gerasimov S.A., Lipshin A.G. et al. Study of oat varieties (*Avena sativa* L.) of different geographical origins by grain quality and productivity. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019. no. 23(6). pp. 683–690. (in Russian).
- 10 Kovaleva A.E., P'yanikova E.A., Ryazantseva A.S., et al. Effect of adding oatmeal flour on the technological parameters of wheat baguette preparation. *Proceedings of VSUET*. 2024. vol. 86. no. 1(99). pp. 38–45. doi: 10.20914/2310-1202-2024-1-38-45 (in Russian).
- 11 Pogorelova N.A., Zhigul'skaya I.A., Belkina S.E. Development of technology for oatmeal cookies with functional ingredients. *Bulletin of Omsk State Agrarian University*. 2017. no. 3 (27). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-ovsyanoego-pechenya-s-funktsionalnymi-ingredientami> (in Russian).
- 12 Ktshelashvili M.E., Bobozhonova G.A. Use of natural sugar substitutes in the production of oatmeal cookies. *Commodity expert of food products*. 2022. no. 5. pp. 316–318. doi: 10.33920/igt 01-2205-04 (in Russian).
- 13 Chauhan A., Saxena D.C., Singh S. Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus* spp.) flour. *LWT-Food Science and Technology*. 2015. vol. 63. no. 2. pp. 939-945. doi: 10.1016/j.lwt.2015.03.115
- 14 Lauková M., Kohajdová Z., Karovičová J. Effect of hydrated apple powder on dough rheology and cookies quality. *Slovak Journal of Food Sciences/Potravinárstvo*. 2016. vol. 10. no. 1.
- 15 Jemziya M.B.F., Mahendran T. Quality characteristics and sensory evaluation of cookies produced from composite blends of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) flour. *Sri Lanka Journal of Food and Agriculture*. 2015. vol. 1. no. 2. doi: 10.4038/sljfa.v1i2.16
- 16 Batista A.P., Niccolai A., Fradinho P., Fragoso S. et al. Microalgae biomass as an alternative ingredient in cookies: Sensory, physical and chemical properties, antioxidant activity and in vitro digestibility. *Algal research*. 2017. vol. 26. pp. 161-171. doi: 10.1016/j.algal.2017.07.017
- 17 Miranda J., Lasa A., Bustamante M.A., Churrua I. et al. Nutritional differences between a gluten-free diet and a diet containing equivalent products with gluten. *Plant foods for human nutrition*. 2014. vol. 69. pp. 182-187. doi: 10.1007/s11130-014-0410-4
- 18 Melini V., Melini F. Gluten-free diet: Gaps and needs for a healthier diet. *Nutrients*. 2019. vol. 11. no. 1. pp. 170. doi: 10.3390/nu11010170
- 19 Schwimmer J.B. et al. Effect of a low free sugar diet vs usual diet on nonalcoholic fatty liver disease in adolescent boys: a randomized clinical trial. *Jama*. 2019. vol. 321. no. 3. pp. 256-265. doi:10.1001/jama.2018.20579
- 20 Shewry P.R., Hey S.J. The contribution of wheat to human diet and health. *Food and energy security*. 2015. vol. 4. no. 3. pp. 178-202. doi: 10.1002/fes3.64

Сведения об авторах

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. Пьяникова 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>

Оксана В. Евдокимова д.т.н., профессор, кафедра анатомии, физиологии и хирургии, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, г. Орел, 302019, Россия, evdokimova_oxana@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0393-2327>

Ирина В. Черемушкина д.т.н., профессор, кафедра торгового дела и товароведения, Воронежский государственный университет, пр. Революции, 19 г. Воронеж, 394036, Россия, ir-inacher2010@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6016-0220>

Вклад авторов

Анна Е. Ковалева написала рукопись, скорректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Эльвира А. Пьяникова консультация в ходе исследования

Оксана В. Евдокимова предложила методику проведения эксперимента и организовала производственные испытания

Ирина В. Черемушкина обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

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>

Oksana V. Evdokimova Dr. Sci. (Engin.), anatomy, physiology and surgery department, Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Generala Rodina str., 69, Orel, 302019, Russia, evdokimova_oxana@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0393-2327>

Irina V. Cheremushkina Dr. Sci. (Engin.), professor, trade and commodity department, Voronezh State University of Engineering Technologie, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ir-inacher2010@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6016-0220>

Contribution

Anna E. Kovaleva wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Elvira A. Pyanikova consultation during the study

Oksana V. Evdokimova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Irina V. Cheremushkina wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 31/07/2024	После редакции 15/08/2024	Принята в печать 02/09/2024
Received 31/07/2024	Accepted in revised 15/08/2024	Accepted 02/09/2024