

## Трансформация рецептуры фитнес коврижки на основе зеленой гречки, обогащенной рапсовым белковым изолятом: систематический обзор

|                       |              |                                                                            |                                                                                                         |
|-----------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Наталья В. Рубан      | <sup>1</sup> | <a href="mailto:rubannv@mgupp.ru">rubannv@mgupp.ru</a>                     |  0000-0003-2511-172X |
| Анна С. Колосова      | <sup>1</sup> | <a href="mailto:annakolosova772@gmail.com">annakolosova772@gmail.com</a>   |  0009-0003-5731-1619 |
| Лариса И. Рысева      | <sup>1</sup> | <a href="mailto:rysevali@mail.ru">rysevali@mail.ru</a>                     |  0009-0002-5671-9869 |
| Виктория А. Астахова  | <sup>1</sup> | <a href="mailto:vika.xaritonova.00@mail.ru">vika.xaritonova.00@mail.ru</a> |  0009-0000-4266-3265 |
| Дарина И. Половинкина | <sup>1</sup> | <a href="mailto:darina.ruban@ya.ru">darina.ruban@ya.ru</a>                 |  0009-0009-1935-0338 |

<sup>1</sup> Российский биотехнологический университет, Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, 125080, Россия

**Аннотация.** В настоящее время в области пищевых производств, приоритетным направлением является создание продукции, обогащенной биологически активными компонентами, макро- и – микроэлементами. Использование такой продукции в пище существенным образом влияет на здоровье человека и продолжительность его жизни. Повышение пищевой ценности продуктов питания путем использования нетрадиционного природного сырья способствует увеличению количества питательных веществ, сбалансированных и распределенных между собой в составе изделия, который прямолинейно влияет на организм человека при употреблении. Было проведено исследование по анализу публикаций, посвященных пищевой, биологической ценности, функциональным свойствам зеленой гречки, а также изолята рапсового белка. Зеленая гречка обладает огромным запасом питательных веществ и может и использоваться для производства мучных кондитерских изделий. Замена пшеничной муки мукой зеленой гречки не влияет на физико-химические показатели качества готового изделия, но заметно улучшает органолептические показатели. Полученные результаты доказывают, что изолят белка рапса можно использовать для трансформации рецептур пищевых продуктов, обогащая их растительным белком, в качестве замены животных белков. Эмульгирующие свойства белка рапса важны в таких пищевых системах, как заправки, майонезы или мороженое. Водопоглощающая способность играет роль в формировании хлебобулочных изделий и мучных кондитерских изделий. Несмотря на все вышеописанные полезные, питательные и функциональные свойства зеленой гречки и рапсового белкового изолята на самом деле, редко используются в качестве функциональных ингредиентов, особенно в кондитерском производстве. Результаты этого исследования могут обеспечить новый подход к разработке новых пищевых продуктов.

**Ключевые слова:** зеленая гречка, пищевая ценность, изолят, рапсовый белок, функциональные свойства.

## Transformation of the formula of fitness ginger based on green buckwheat enriched with rapeseed protein isolate: a systematic review

|                       |              |                                                                            |                                                                                                           |
|-----------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Natalia V. Ruban      | <sup>1</sup> | <a href="mailto:rubannv@mgupp.ru">rubannv@mgupp.ru</a>                     |  0000-0003-2511-172X |
| Anna S. Kolosova      | <sup>1</sup> | <a href="mailto:annakolosova772@gmail.com">annakolosova772@gmail.com</a>   |  0009-0003-5731-1619 |
| Larisa I. Ryseva      | <sup>1</sup> | <a href="mailto:rysevali@mail.ru">rysevali@mail.ru</a>                     |  0009-0002-5671-9869 |
| Victoria A. Astakhova | <sup>1</sup> | <a href="mailto:vika.xaritonova.00@mail.ru">vika.xaritonova.00@mail.ru</a> |  0009-0000-4266-3265 |
| Darina I. Polovinkina | <sup>1</sup> | <a href="mailto:darina.ruban@ya.ru">darina.ruban@ya.ru</a>                 |  0009-0009-1935-0338 |

<sup>1</sup> Russian Biotechnology University, Volokolamskoe Shosse 11, Moscow, 125080, Russia

**Abstract.** Currently, in the field of food production, the priority direction is the creation of products enriched with biologically active components, macro- and microelements. The use of such products in food significantly affects human health and life expectancy. Increasing the nutritional value of food through the use of unconventional natural raw materials contributes to an increase in the amount of nutrients balanced and distributed among themselves in the composition of the product, which directly affects the human body when consumed. A study was conducted to analyze publications on the nutritional, biological value, functional properties of green buckwheat, as well as rapeseed protein isolate. Green buckwheat has a huge supply of nutrients and can be used for the production of flour confectionery. Replacing wheat flour with green buckwheat flour does not affect the physico-chemical quality indicators of the finished product, but significantly improves organoleptic indicators. The results obtained prove that rapeseed protein isolate can be used to transform food formulations, enriching them with vegetable protein, as a substitute for animal proteins. The emulsifying properties of rapeseed protein are important in food systems such as dressings, mayonnaise or ice cream. Water absorption capacity plays a role in the formation of bakery products and flour confectionery products. Despite all the above-described useful, nutritious and functional properties of green buckwheat and rapeseed protein isolate, in fact, are rarely used as functional ingredients, especially in confectionery production. The results of this study may provide a new approach to the development of new food products.

**Keywords:** green buckwheat, nutritional value, isolate, rapeseed protein, functional properties.

### Для цитирования

Рубан Н.В., Колосова А.С., Рысева Л.И., Астахова В.А., Половинкина Д.И. Трансформация рецептуры фитнес коврижки на основе зеленой гречки, обогащенной рапсовым белковым изолятом: систематический обзор // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 1. С. 167–173. doi:10.20914/2310-1202-2023-1-167-173

### For citation

Ruban N.V., Kolosova A.S., Ryseva L.I., Astakhova V.A., Polovinkina D.I. Transformation of the formula of fitness ginger based on green buckwheat enriched with rapeseed protein isolate: a systematic review. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2023. vol. 85. no. 1. pp. 167–173. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2023-1-167-173

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

## Введение

Глобализация привела человека к пониманию того, что люди должны избегать употребления в пищу продуктов, которые могут вызвать заболевания и негативные последствия [6, 23]. Кондитерские изделия, сбалансированные по содержанию основных питательных веществ, с альтернативными источниками белка растительного происхождения, были разработаны на кафедре «РОСБИОТЕХА» и могут компенсировать спрос на продукты, обладающие повышенной пищевой ценностью.

Зеленая гречка – уникальный вид крупы, обладающий как питательной ценностью, так и запасом питательных веществ. Основная ценность этого злака в том, что это необработанный продукт. В результате ее также называют живой гречкой, безглютеновой пищей с ценными фитохимическими веществами, которые обеспечивают значительную пользу для здоровья [4].

В последние годы растительные белки приобрели популярность среди ученых и производителей в области пищевого производства, отчасти в ответ на растущий интерес потребителей к более экономичной и экологически безопасной диете, а также это связано с трендами веганства и вегетарианства в западных культурах [15].

Изоляты рапсового белка – это «новые продукты», введенные в рацион человека [14]. Семена рапса – вторая по объему производства масличная культура в мире после сои. Белок рапса представляет собой высококачественный, стабильный, доступный источник белка с высокой биодоступностью и усвояемостью [6].

**Цель статьи** – провести систематический обзор литературы о зеленой гречке и изоляте рапсового белка, а также выяснить о возможности использования их в качестве функциональных пищевых ингредиентов.

## Материалы и методы

На первом этапе проведенного систематического исследования в базе данных Web of Science Core Collection и Google Scholar, были отобраны 180 статей, по ключевым словам: raw buckwheat, green buckwheat, rareseed protein functional properties, rapeseed protein isolate.

На втором этапе, проанализировав тексты отобранных статей, был проведен отбор статей, несущих информацию пищевой ценности и функциональных свойствах зеленой гречки, аминокислотном составе и функциональных свойствах рапсового белкового изолята.

Поиск был ограничен временным периодом с 2016 до 2022 года. В центре внимания были статьи, опубликованные в научных журналах, для обеспечения объективности данных. На третьем, заключительном этапе был сделан вывод об изученных ранее статьях.

## Результаты и обсуждение

Важным источником пищевых волокон, полноценного белка, ненасыщенных жирных кислот, минеральных веществ и витаминов являются зерновые и масличные культуры [5].

Гречиха – двудольное травянистое растение, относящееся к семейству Polygonaceae и роду Fagopyrum. Гречиха – это совместное название двух культурных видов, обыкновенной гречихи (*Fagopyrum esculentum* Moench) и татарской гречихи (*Fagopyrum tataricum* Gaertn). Гречиха является псевдозлаком, так как это не разновидность тритикале, но физико-химические и функциональные свойства гречихи схожи со свойствами злаковых культур, поэтому агрономы относят ее к разновидности тритикале [32].

Гречиха является источником многих витаминов и минералов и имеет сбалансированную пищевую ценность. Из-за содержания питательных веществ и множества положительных эффектов на здоровье человека гречка в последнее время стала активно использоваться для обогащения пищевых продуктов. Основными эффектами гречихи на здоровье человека являются ее гипотензивное, гипогликемическое, гипохолестеринемическое, нейропротекторное и антиоксидантное действие. Таким образом, она считается альтернативным компонентом питания при диетическом лечении хронических и метаболических заболеваний, таких как диабет, гипертония и целиакия [31].

Зеленая (сырая) гречка – это очищенные семена гречихи, не прошедшие термическую обработку.

Семена гречихи состоят из эндосперма, в котором находится крахмал (в среднем 70%), и не содержащего крахмал алейронового слоя [11].

Содержание белка в зеленой гречихе составляет 11–19% из которых, 55% приходится на зародыш и 35% – на эндосперм, остальное – на скорлупу. Белки гречихи легко усваиваются организмом человека и являются более ценными по сравнению с белками злаков и по своей пищевой ценности не уступают белкам бобовых [10]. Основным белком гречки является глобулин 13S, который считается редким растительным белком с эффектом снижения уровня холестерина в крови. Гречиха также содержит лектины, играющие роль в снижении пролиферации спонтанных и индуцированных опухолей [7].

Зеленая гречка также содержит незаменимые жирные кислоты, которые не синтезируются в организме человека и должны поступать из рациона. Содержание липидов в гречке (0,75–7,4%) выше, чем в пшенице, характеризуется высокой степенью ненасыщенности, что предпочтительнее

с пищевой точки зрения [9]. Липиды гречки устойчивы к окислению, а это значит, что гречка и продукты ее переработки могут храниться длительное время. Она также богата фосфолипидами, особенно лецитином [25].

В гречке также было обнаружено несколько биофункциональных соединений, таких как: фенольные кислоты, фитостеролы, биологически активные инозиты (D-хироинит и мио-инозитол), конденсированные дубильные вещества, флавоноиды, такие как рутин, ориентин, гомоориентин, витексин, кверцетин, изовитексин и изоориентин [12, 22]. Рутин гречихи является биофлавоноидом с важными физиологическими и биологическими свойствами. Он укрепляет капилляры и артерии, предотвращает кровотечение, улучшает зрение и слух, защищает от ультрафиолетового излучения. Следует отметить, что рутин, не содержится ни в каких других злаках и псевдо злака [28].

Зерна гречихи являются важным источником минералов (2,0–2,5%), а именно цинка, меди, марганца, селена, фосфора, калия, натрия, кальция, железа и магния (Huda, 2021). Зеленая гречка содержит несколько витаминов группы В, В<sub>1</sub> (3,3 мг/кг), В<sub>2</sub> (10,6 мг/кг), В<sub>3</sub> (18,0 мг/кг), В<sub>5</sub> (11,0 мг/кг), В<sub>6</sub> (1,5 мг/кг), витамины А, С и Е [10].

Мука зеленой гречки имеет более светлый цвет по сравнению с темной гречневой. Ее технологические свойства мало изучены, но есть исследования, утверждающие, что ее пищевая и биологическая ценность превышает таковую у темной гречневой муки из-за отсутствия гидротермальной обработки [5].

В 2020 году киевские ученые изучали влияние разных видов гречневой муки на качество безглютенового хлеба. Результаты исследования свидетельствуют о целесообразности использования муки из термически необработанной гречневой крупы в технологии безглютенового хлеба. Мука из гречневой крупы, не прошедшая термическую обработку, имеет больший размер зерен и на 36% меньшую водопоглощающую способность. Удельный объем безглютенового хлеба с добавлением термически необработанной гречневой муки больше на 23%, по сравнению с изделиями из муки с термически обработанной гречневой крупы гречневой, характеризуется лучшими органолептическими показателями качества. Существенная разница проявляется в характеристиках вкуса и аромата, которые менее выражены, а запах больше похож на традиционный пшеничный хлеб. Улучшается состояние поверхности, ее окраска, а также состояние мякиша.

Негативное влияние термически обработанной гречневой муки обусловлено его высокой водопоглощающей способностью. Тесто с такой мукой образуется дольше. Клейстеризованный крахмал, содержащийся в термически обработанной гречневой муке, повышает водопоглощающую способность теста и способствует удержанию влаги в тесте во время выпекания [18].

В 2020 году ученые из Кургана исследовали возможность применения муки из зеленой гречки в качестве функционального ингредиента в производстве хлебобулочных изделий. Проведение исследования заключалось в замене части пшеничной муки на муку из зеленой гречки в рецептуре пшенично-ржаного хлеба и изучении органолептических и физико-химических показателей качества готового изделия. В ходе исследования было установлено, что добавление муки из зеленой гречки в рецептуру теста придает изделию приятный аромат, вкус и цвет и не оказывает влияния на физико-химические показатели качества [2].

Аналогичное исследование проводилось в 2021 году. Также заменяли пшеничную муку на цельную муку из зеленой гречки при выпечке хлеба. По итогам исследования было выяснено, что использование муки из зеленой гречки позволяет снизить энергетическую ценность готового продукта. Целесообразно использовать зеленую гречку при разработке низкокалорийных пищевых продуктов [1].

В последнее время возрос интерес к растительным белкам. Глобальный спрос на белок обусловлен различными факторами, такими как рост населения, рост урбанизации и старение, а также изменение предпочтений потребителей, которые в последнее время ориентируются на растительную пищу как на предпосылку здорового образа жизни [17]. Более того, белки играют важную роль в приготовлении пищи, поскольку они представляют собой строительный материал для структур и питательных веществ и помогают развивать желаемые пищевые свойства.

Растительные белки – это природный ресурс с универсальными, функциональными свойствами, такими как пенообразование, эмульгирование и пленкообразование [3]. Растущий спрос на растительный белок вызвал интерес к изучению малоиспользуемых в настоящее время источников растительного белка в пищевой промышленности [19].

При поиске новых источников белков особое внимание следует уделить масличным культурам семейства *Brassica*, включающему сорта рапса и канолы. Они содержат питательно

ценные белки, которые потенциально могут быть использованы в пищу, но в настоящее время редко используются или не используются в качестве пищевых компонентов [8].

Рапс является одной из основных культур, возделываемых для производства масла, наряду с соей. Белки рапса представляют особый интерес, поскольку они могут быть извлечены из остаточных материалов в процессе обезжиривания семян рапса [13].

Рапс является перспективным источником белка, так как он характеризуется аминокислотным профилем, сравнимым с соевым.

Польские ученые проводили исследование с целью оценки аминокислотного состава и функциональных свойств изолята рапсового белка. Полученные результаты доказывают, что белково-волокнуистый концентрат из семян рапса потенциально можно использовать в качестве добавки, обогащающей белком и клетчаткой продукты. Для этого трансформируется рецептура и вводятся сухие ингредиенты, взамен, например, животных белков. Было установлено, что белок рапса особенно богат лизином, валином и пролином. Было обнаружено, что изолят белка рапса обладает высокой эмульгирующей активностью и стабильностью эмульсии [24].

В 2020 году немецкие ученые исследовали влияние изолята рапсового белка (по сравнению с изолятом соевого белка) на постпрандиальные концентрации метаболитов и гормонов у здоровых людей. Исследования – отличный способ получить всестороннее представление о метаболическом воздействии, безопасности и биодоступности новых пищевых компонентов. Было установлено, что как рапсовый, так и соевый белок обеспечивают благоприятный аминокислотный состав для здоровья человека. Рапсовый белок оказывает более сильное влияние на чувство сытости, чем соевый белок. Предполагается, что отдельные аминокислоты могут быть ответственны за белок-специфическое влияние на чувство сытости, поскольку исследования выявили повышенное потребление лейцина, лизина, триптофана, изолейцина и треонина, что сопровождалось повышением концентрации этих аминокислот в плазме и было связано со сниженным чувством голода. Также было обнаружено более благоприятное влияние рапсового белка на постпрандиальный метаболизм глюкозы в отличие от соевого белка. Эти результаты показывают, что рапсовый белок имеет ценность в качестве пищевого компонента [29].

В 2021 году европейские ученые проанализировали влияние изолята рапсового белка

на физико-химические свойства, органолептические показатели и срок хранения безглютенового хлеба, приготовленного на основе смеси кукурузного и картофельного крахмала с добавлением пектина и гуаровой камеди. Было замечено, что присутствие рапсового белка, особенно в более высоких количествах, вызывало увеличение объема хлеба и плотности пор, а также уменьшение пористости мякиша. Рапсовый белок ограничил черствение хлеба при хранении по сравнению с контрольным образцом. Результаты показывают, что рапсовый белок может стать ценным компонентом безглютеновых продуктов, поскольку он содержит ценные аминокислоты, а также благотворно влияет на качественные характеристики [21].

Изолят рапсового белка применялся также для приготовления печенья на основе взбитой белковой пены, молочных напитков, сыров и их спред-аналогов, при изготовлении колбасных изделий разной степени помолы, майонезов и салатных заправок [30].

### Заключение

Было проведено систематическое исследование по анализу публикаций, представленных в базе данных Web of Science Core Collection и Google Scholar, посвященных пищевой, биологической ценности, функциональным свойствам зеленой гречки, а также изолята рапсового белка.

Зеленая гречка обладает огромным запасом питательных веществ и может и использоваться для производства мучных кондитерских изделий. Замена пшеничной муки мукой зеленой гречки не влияет на физико-химические показатели качества готового изделия, но заметно улучшает органолептические показатели.

Полученные результаты доказывают, что изолят белка рапса можно использовать для трансформации рецептур пищевых продуктов, обогащая их растительным белком, в качестве замены животных белков. Эмульгирующие свойства белка рапса важны в таких пищевых системах, как заправки, майонезы или мороженое. Водопоглощающая способность играет роль в формировании хлебобулочных изделий и мучных кондитерских изделий. Несмотря на все вышеописанные полезные, питательные и функциональные свойства зеленой гречки и рапсового белкового изолята на самом деле, редко используются в качестве функциональных ингредиентов, особенно в кондитерском производстве. Результаты этого исследования могут обеспечить новый подход к разработке новых пищевых продуктов.

## Литература

- 1 Воропаева А.А., Ильина А.С. Обогащение хлебобулочных изделий мукой из термически необработанного зерна гречихи // Наука в исследованиях молодежи-2021. 2021. С. 111–115.
- 2 Субботина Н.А., Ткаченко М.Н. Мука из зеленой гречки как функциональный ингредиент для хлебобулочных изделий // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК. 2020. С. 612–617.
- 3 Artiga-Artigas M. et al. Protein/Polysaccharide complexes to stabilize decane-in-water nanoemulsions // Food Biophysics. 2020. V. 15. P. 335–345.
- 4 Atambayeva Z. et al. A Risk and Hazard Analysis Model for the Production Process of a New Meat Product Blended With Germinated Green Buckwheat and Food Safety Awareness // Frontiers in Nutrition. 2022. V. 9. P. 902760.
- 5 Bondarenko Y. et al. Study of the influence of buckwheat flour and flax seeds on consumption properties of long-stored bakery products // EUREKA: Life Sciences. 2019. №. 4. P. 9–18.
- 6 Campbell L., Rempel C.B., Wanasundara J.P.D. Canola/rapeseed protein: Future opportunities and directions – Workshop proceedings of IRC 2015 // Plants. 2016. V. 5(2). № 17. P. 7.
- 7 Chettry U., Chrungoo N.K. Beyond the Cereal Box: Breeding Buckwheat as a Strategic Crop for Human Nutrition // Plant Foods for Human Nutrition. 2021. P. 1–11.
- 8 Chmielewska A. et al. Canola/rapeseed protein–nutritional value, functionality and food application: a review // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2021. V. 61. №. 22. P. 3836–3856.
- 9 Coțovanu I., Mironeasa S. Buckwheat seeds: Impact of milling fractions and addition level on wheat bread dough rheology // Applied Sciences. 2021. V. 11. №. 4. P. 1731.
- 10 Dabija A. et al. Buckwheat and Amaranth as Raw Materials for Brewing, a Review // Plants. 2022. V. 11. №. 6. P. 756.
- 11 Deng Y. et al. Brewing rutin-enriched lager beer with buckwheat malt as adjuncts // Microbiol Biotechnol. 2019. V. 29. №. 6. P. 877–886.
- 12 Duliński R. et al. Impact of two commercial enzymes on the release of inositols, fermentable sugars, and peptides in the technology of buckwheat beer // Journal of the American Society of Brewing Chemists. 2019. V. 77. №. 2. P. 119–125.
- 13 Fetzer A. et al. Rapeseed proteins for technical applications: Processing, isolation, modification and functional properties—A review // Industrial Crops and Products. 2020. V. 158. P. 112986.
- 14 Georgiev R. et al. Multifunctionality of rapeseed meal protein isolates prepared by sequential isoelectric precipitation // Foods. 2022. V. 11. №. 4. P. 541.
- 15 Gravel A., Doyen A. The use of edible insect proteins in food: Challenges and issues related to their functional properties // Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2020. V. 59. P. 102272.
- 16 Hartmann C., Bearth A. Bugs on the menu: drivers and barriers of consumer acceptance of insects as food // Edible Insects in the Food Sector: Methods, Current Applications and Perspectives. 2019. P. 45-55. doi: 10.1007/978-3-030-22522-3\_4
- 17 Henchion M. et al. Future protein supply and demand: strategies and factors influencing a sustainable equilibrium // Foods. 2017. V. 6. №. 7. P. 53.
- 18 Huda M.N. et al. Treasure from garden: Bioactive compounds of buckwheat // Food chemistry. 2021. V. 335. P. 127653.
- 19 Jia W. et al. Assessing functional properties of rapeseed protein concentrate versus isolate for food applications // Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2021. V. 68. P. 102636.
- 20 Kaiser F., Harbach H., Schulz C. Rapeseed proteins as fishmeal alternatives: A review // Reviews in Aquaculture. 2022. V. 14. №. 4. P. 1887–1911.
- 21 Korus J. et al. Rapeseed protein as a novel ingredient of gluten-free bread // European Food Research and Technology. 2021. V. 247. №. 8. P. 2015–2025.
- 22 Kowalska E., Ziarno M. Characterization of buckwheat beverages fermented with lactic acid bacterial cultures and bifidobacteria // Foods. 2020. V. 9. №. 12. P. 1771.
- 23 Orsi L., Voege L.L., Stranieri S. Eating edible insects as sustainable food? Exploring the determinants of consumer acceptance in Germany // Food Research International. 2019. V. 125. P. 108573. doi: 10.1016/j.foodres.2019.108573
- 24 Ostrowska A. et al. Rapeseed protein-fibre concentrate: Chemical composition and functional properties // Żywność Nauka Technologia Jakość. 2018. V. 25. №. 4 (117). P. 86–99.
- 25 Patil S.B., Jena S. Utilization of underrated pseudo-cereals of North East India: a systematic review // Nutrition & Food Science. 2020. V. 50. №. 6. P. 1229–1240.
- 26 Ragupathi P.F. et al. A systematic review of phytochemicals in oat and buckwheat // Food chemistry. 2021. V. 338. P. 127982.
- 27 Sindhu R., Khatkar B.S. Composition and functional properties of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) flour and starch // IJIRAS. 2016. V. 3. №. 7. P. 154–159.
- 28 Suzuki T. et al. Breeding of buckwheat to reduce bitterness and rutin hydrolysis // Plants. 2021. V. 10. №. 4. P. 791.
- 29 Volk C. et al. Postprandial metabolic response to rapeseed protein in healthy subjects // Nutrients. 2020. V. 12. №. 8. P. 2270.
- 30 Wanasundara J.P.D. et al. Canola/rapeseed protein-functionality and nutrition // OCL. 2016. V. 23. №. 4. P. 15. doi: 10.1051/ocl/2016028
- 31 Wronkowska M. et al. Physical properties of buckwheat water biscuits formulated from fermented flours by selected lactic acid bacteria // Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 2018. V. 68. №. 1. P. 25–31.
- 32 Zhou M. et al. Overview of buckwheat resources in the world // Buckwheat germplasm in the world. Academic Press, 2018. P. 1–7.

## References

- 1 Voropaeva A.A., Ilyina A.S. Enrichment of bakery products with flour from thermally unprocessed buckwheat grain. *Science in youth research* 2021. 2021. pp. 111-115. (in Russian).
- 2 Subbotina N.A., Tkachenko M.N. Green buckwheat flour as a functional ingredient for bakery products. Achievements and prospects of scientific and innovative development of the agro-industrial complex. 2020. pp. 612-617. (in Russian).
- 3 Artiga-Artigas M. et al. Protein/Polysaccharide complexes to stabilize decane-in-water nanoemulsions. *Food Biophysics*. 2020. vol. 15. pp. 335–345.
- 4 Atambayeva Z. et al. A Risk and Hazard Analysis Model for the Production Process of a New Meat Product Blended With Germinated Green Buckwheat and Food Safety Awareness. *Frontiers in Nutrition*. 2022. vol. 9. pp. 902760.
- 5 Bondarenko Y. et al. Study of the influence of buckwheat flour and flax seeds on consumption properties of long-stored bakery products. *EUREKA: Life Sciences*. 2019. no. 4. pp. 9–18.
- 6 Campbell L., Rempel C.B., Wanasundara J.P.D. Canola/rapeseed protein: Future opportunities and directions – Workshop proceedings of IRC 2015. *Plants*. 2016. vol. 5(2). no. 17. pp. 7.
- 7 Chettry U., Chrungoo N.K. Beyond the Cereal Box: Breeding Buckwheat as a Strategic Crop for Human Nutrition. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2021. pp. 1–11.
- 8 Chmielewska A. et al. Canola/rapeseed protein–nutritional value, functionality and food application: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2021. vol. 61. no. 22. pp. 3836–3856.
- 9 Coțovanu I., Mironeasa S. Buckwheat seeds: Impact of milling fractions and addition level on wheat bread dough rheology. *Applied Sciences*. 2021. vol. 11. no. 4. pp. 1731.
- 10 Dabija A. et al. Buckwheat and Amaranth as Raw Materials for Brewing, a Review. *Plants*. 2022. vol. 11. no. 6. pp. 756.
- 11 Deng Y. et al. Brewing rutin-enriched lager beer with buckwheat malt as adjuncts. *Microbiol Biotechnol*. 2019. vol. 29. no. 6. pp. 877–886.
- 12 Duliński R. et al. Impact of two commercial enzymes on the release of inositols, fermentable sugars, and peptides in the technology of buckwheat beer. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. 2019. vol. 77. no. 2. pp. 119–125.
- 13 Fetzer A. et al. Rapeseed proteins for technical applications: Processing, isolation, modification and functional properties—A review. *Industrial Crops and Products*. 2020. vol. 158. pp. 112986.
- 14 Georgiev R. et al. Multifunctionality of rapeseed meal protein isolates prepared by sequential isoelectric precipitation. *Foods*. 2022. vol. 11. no. 4. pp. 541.
- 15 Gravel A., Doyen A. The use of edible insect proteins in food: Challenges and issues related to their functional properties. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2020. vol. 59. pp. 102272.
- 16 Hartmann C., Bearth A. Bugs on the menu: drivers and barriers of consumer acceptance of insects as food. *Edible Insects in the Food Sector: Methods, Current Applications and Perspectives*. 2019. pp. 45-55. doi: 10.1007/978-3-030-22522-3\_4
- 17 Henchion M. et al. Future protein supply and demand: strategies and factors influencing a sustainable equilibrium. *Foods*. 2017. vol. 6. no. 7. pp. 53.
- 18 Huda M.N. et al. Treasure from garden: Bioactive compounds of buckwheat. *Food chemistry*. 2021. vol. 335. pp. 127653.
- 19 Jia W. et al. Assessing functional properties of rapeseed protein concentrate versus isolate for food applications. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2021. vol. 68. pp. 102636.
- 20 Kaiser F., Harbach H., Schulz C. Rapeseed proteins as fishmeal alternatives: A review. *Reviews in Aquaculture*. 2022. vol. 14. no. 4. pp. 1887–1911.
- 21 Korus J. et al. Rapeseed protein as a novel ingredient of gluten-free bread. *European Food Research and Technology*. 2021. vol. 247. no. 8. pp. 2015–2025.
- 22 Kowalska E., Ziarno M. Characterization of buckwheat beverages fermented with lactic acid bacterial cultures and bifidobacteria. *Foods*. 2020. vol. 9. no. 12. pp. 1771.
- 23 Orsi L., Voegelé L.L., Stranieri S. Eating edible insects as sustainable food? Exploring the determinants of consumer acceptance in Germany. *Food Research International*. 2019. vol. 125. pp. 108573. doi: 10.1016/j.foodres.2019.108573
- 24 Ostrowska A. et al. Rapeseed protein-fibre concentrate: Chemical composition and functional properties. *Żywność Nauka Technologia Jakość*. 2018. vol. 25. no. 4 (117). pp. 86–99.
- 25 Patil S.B., Jena S. Utilization of underrated pseudo-cereals of North East India: a systematic review. *Nutrition & Food Science*. 2020. vol. 50. no. 6. pp. 1229–1240.
- 26 Raguindin P.F. et al. A systematic review of phytochemicals in oat and buckwheat. *Food chemistry*. 2021. vol. 338. pp. 127982.
- 27 Sindhu R., Khatkar B.S. Composition and functional properties of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) flour and starch. *IJIRAS*. 2016. vol. 3. no. 7. pp. 154–159.
- 28 Suzuki T. et al. Breeding of buckwheat to reduce bitterness and rutin hydrolysis. *Plants*. 2021. vol. 10. no. 4. pp. 791.
- 29 Volk C. et al. Postprandial metabolic response to rapeseed protein in healthy subjects. *Nutrients*. 2020. vol. 12. no. 8. pp. 2270.
- 30 Wanasundara J.P.D. et al. Canola/rapeseed protein-functionality and nutrition. *OCL*. 2016. vol. 23. no. 4. pp. 15. doi: 10.1051/ocl/2016028
- 31 Wronkowska M. et al. Physical properties of buckwheat water biscuits formulated from fermented flours by selected lactic acid bacteria. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2018. vol. 68. no. 1. pp. 25–31.
- 32 Zhou M. et al. Overview of buckwheat resources in the world. *Buckwheat germplasm in the world*. Academic Press, 2018. pp. 1–7.

## Сведения об авторах

**Наталья В. Рубан** к.т.н., доцент, кафедра кондитерских, сахаристых, субтропических и пищевкусковых технологий, Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ», Волоколамское шоссе, 11, г. Москва 125080, Россия, rubannv@mgupp.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2511-172X>

**Анна С. Колосова** бакалавр, кафедра кондитерских, сахаристых, субтропических и пищевкусковых технологий, Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ», Волоколамское шоссе, 11, г. Москва 125080, Россия, annakolosova772@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0003-5731-1619>

**Лариса И. Рысева** к.т.н., профессор, кафедра кондитерских, сахаристых, субтропических и пищевкусковых технологий, Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ», Волоколамское шоссе, 11, г. Москва 125080, Россия, rysevali@mail.ru

 <https://orcid.org/0009-0002-5671-9869>

**Виктория А. Астахова** магистр, кафедра кондитерских, сахаристых, субтропических и пищевкусковых технологий, Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ», Волоколамское шоссе, 11, г. Москва 125080, Россия, vika.xaritonova.00@mail.ru

 <https://orcid.org/0009-0000-4266-3265>

**Дарина И. Половинкина** аспирант, ассистент, кафедра пищевой безопасности, Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ», Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, 125080, Россия, darina.ruban@ya.ru

 <https://orcid.org/0009-0009-1935-0338>

## Вклад авторов

**Наталья В. Рубан** консультация в ходе исследования

**Анна С. Колосова** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

**Лариса И. Рысева** консультация в ходе исследования

**Виктория А. Астахова** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

**Дарина И. Половинкина** консультация в ходе исследования

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Information about authors

**Natalia V. Ruban** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, confectionery, sugar, subtropical and food flavoring technologies department, Russian Biotechnological University "ROSBIOTECH", Volokolamskoe highway, 11, Moscow 125080, Russia, rubannv@mgupp.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2511-172X>

**Anna S. Kolosova** bachelor, confectionery, sugar, subtropical and food flavoring technologies department, Russian Biotechnological University "ROSBIOTECH", Volokolamskoe highway, 11, Moscow 125080, Russia, annakolosova772@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0003-5731-1619>

**Larisa I. Ryseva** Cand. Sci. (Engin.), professor, confectionery, sugar, subtropical and food flavoring technologies department, Russian Biotechnological University "ROSBIOTECH", Volokolamskoe highway, 11, Moscow 125080, Russia, rysevali@mail.ru

 <https://orcid.org/0009-0002-5671-9869>

**Victoria A. Astakhova** master student, confectionery, sugar, subtropical and food flavoring technologies department, Russian Biotechnological University "ROSBIOTECH", Volokolamskoe highway, 11, Moscow 125080, Russia, vika.xaritonova.00@mail.ru

 <https://orcid.org/0009-0000-4266-3265>

**Darina I. Polovinkina** graduate student, assistant, food safety department, Russian Biotechnological University "ROSBIOTECH", Volokolamskoe highway, 11, Moscow 125080, Russia, darina.ruban@ya.ru

 <https://orcid.org/0009-0009-1935-0338>

## Contribution

**Natalia V. Ruban** consultation during the study

**Anna S. Kolosova** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

**Larisa I. Ryseva** consultation during the study

**Victoria A. Astakhova** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

**Darina I. Polovinkina** consultation during the study

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

|                      |                                |                             |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Поступила 26/12/2022 | После редакции 08/02/2023      | Принята в печать 02/03/2023 |
| Received 26/12/2022  | Accepted in revised 08/02/2023 | Accepted 02/03/2023         |