

Пищевые ингредиенты, сырье и материалы Food ingredients, raw materials and materials

Научная статья
УДК 664.76+663.1
DOI: 10.14529/food220402

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА *Fagopyrum esculéntum* В ТЕХНОЛОГИИ ПРОБИОТИЧЕСКИХ НАПИТКОВ

Н.В. Попова, nvpopova@susu.ru

К.С. Гаверилова,

Е.Е. Науменко, 9193122375@mail.ru

Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

Аннотация. Гречиха обыкновенная (*Fagopyrum esculéntum*) является одним из наиболее широко выращиваемых и потребляемых видов культур во многих странах мира. Получение растительных напитков на основе пророщенных зерен гречихи обыкновенной – это перспективный способ получения новой линейки пищевых продуктов пробиотического действия, которые могут быть рекомендованы людям с непереносимостью лактозы и глютена. Напитки на основе пророщенного зерна гречихи обладают полезными свойствами за счет содержания макро- и микронутриентов исходного сырья. Растительные напитки в настоящее время формируют устойчивый сегмент в ассортименте пищевых продуктов и становятся доступными в ритейле для потребителей за счет привлекательности с точки зрения вкусовых, экологических и этнических принципов, а также людей, заинтересованных в здоровом питании. Целью исследования явилась разработка технологии ферментированных растительных напитков пробиотического действия на основе пророщенного зерна *Fagopyrum esculéntum*. В ходе проведения исследований было установлено: увеличение содержания флавоноидов в гречихе при проращивании на 189,4–191,1 %, полифенольных веществ – на 57,5–62,5 %, антиоксидантная активность увеличилась в среднем на 49,4 %. Активация процесса проращивания на этапе подготовки сырья для получения ферментированных напитков привела к изменению антиоксидантных свойств конечного продукта. Использование для ферментации комплексной закваски, состоящей из *Lactobacillus bulgaricus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactococcus lactis*, *Lactococcus lactis diacetylactis*, *Bifidobacterium*, показало ее активное развитие, вследствие чего наблюдалось изменение титруемой и активной кислотности, формирование специфических вкусо-ароматических характеристик продукта. Результаты исследований показали, что разработка пробиотического растительного напитка на основе пророщенного зерна зеленой гречихи является перспективным направлением производства альтернативных растительных продуктов.

Ключевые слова: проращивание зерновых культур, пробиотические напитки, зерно гречихи *Fagopyrum esculéntum*

Для цитирования: Попова Н.В., Гаверилова К.С., Науменко Е.Е. Использование пророщенного зерна *Fagopyrum esculéntum* в технологии пробиотических напитков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2022. Т. 10, № 4. С. 18–25. DOI: 10.14529/food220402

Original article
DOI: 10.14529/food220402

EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF USING SPROUTED GREEN BUCKWHEAT IN THE TECHNOLOGY OF PROBIOTIC DRINKS

N.V. Popova, nvpopova@susu.ru

K.S. Gavrilova,

E.E. Naumenko, 9193122375@mail.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

Abstract. Buckwheat (*Fagopyrum esculéntum*) is one of the most widely grown and consumed crops in many parts of the world. The production of plant-based beverages based on sprouted grains of common buckwheat is a promising way to obtain a new line of probiotic foods that can be recommended for people with lactose and gluten intolerance. Drinks made from germinated buckwheat have health benefits due to the high content of macro- and micronutrients in the feedstock. Herbal drinks are now forming a sustainable segment in the food product range and are becoming available in retail for consumers due to their attractiveness in terms of taste, environmental, and ethnic principles, as well as for people interested in healthy eating. The aim of the study was to develop a technology for fermented vegetable drinks with probiotic action based on the germinated grain *Fagopyrum esculéntum*. During the research, it was found that: an increase in the content of flavonoids in buckwheat during germination was 189.4–191.1 %, polyphenolic substances were up 57.5–62.5 %, and antioxidant activity increased by an average of 49.4 %. The activation of the sprouting process at the stage of preparing raw materials for the production of fermented drinks led to a change in the antioxidant properties of the final product. The use of a complex starter for fermentation, consisting of *Lactobacillus bulgaricus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactococcus lactis*, *Lactococcus lactis diacetylactis*, and *Bifidobacterium*, showed its active development, as a result of which a change in titratable and active acidity was observed and the formation of specific flavor and aroma characteristics of the product was observed. The research results showed that the development of a probiotic vegetable drink based on sprouted green buckwheat is a promising direction in the production of alternative plant products.

Keywords: sprouting of cereals, probiotic drinks, buckwheat grain *Fagopyrum esculéntum*

For citation: Popova N.V., Gavrilova K.S., Naumenko E.E. Evaluation of the possibility of using sprouted green buckwheat in the technology of probiotic drinks. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2022, vol. 10, no. 4, pp. 18–25. (In Russ.) DOI: 10.14529/food220402

Гречиха обыкновенная (*Fagopyrum esculéntum*) является одним из наиболее широко выращиваемых и потребляемых видов культур во многих странах мира. Получение растительных напитков на основе пророщенных зерен гречихи обыкновенной – это перспективный способ получения новой линейки пищевых продуктов пробиотического действия, которые могут быть рекомендованы людям с непереносимостью лактозы и глютена. Напитки на основе пророщенного зерна гречихи обладают полезными свойствами за счет содержания макро- и микронутриентов исходного сырья.

Растительные напитки в настоящее время формируют устойчивый сегмент в ассортименте пищевых продуктов и становятся дос-

тупными в ритейле для потребителей за счет привлекательности с точки зрения вкусовых, экологических и этнических принципов, а также людей, заинтересованных в здоровом питании. Гречиха все больше привлекает внимание в технологиях проращивания из-за увеличения в ней при этом белка, витаминов, минералов и полезных для здоровья фенольных соединений, а также их привлекательного аромата и слегка хрустящей текстуры [1–3, 6]. Проростки гречихи содержат значительно большее количество основных флавоноидов, включая ориентин, изоориентин, витексин, изовитексин, кверцетин-3-Лим и др., 2012-робинобиозид (Q3R) и рутин по сравнению с семенами гречихи [11]. Более того, исследования Kim [9] подчеркивают, что ориентин,

изоориентин, витексин и изовитексин были обнаружены в изобилии только в ростках гречихи обыкновенной, и эти соединения показывают значительное увеличение антиоксидантной активности [4, 12–14].

Целью исследования явилась разработка технологии ферментированных растительных напитков пробиотического действия на основе пророщенного зерна *Fagopyrum esculéntum*.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования были определены: зерно гречихи обыкновенной *Fagopyrum esculéntum*, пророщенное зерно зеленой гречихи и ферментированные напитки на основе пророщенного зерна гречихи обыкновенной.

В качестве основного сырья использовалась зерно зеленой гречихи, ООО «Образ жизни» (Алтайский край, г. Барнаул), коммерческая закваска «Toshev» («Пантелей Ташев» ЕООД, Болгария), включающая: *lactobacillus bulgaricus* (30 %), *leuconostoc mesenteroides* (20 %), *lactococcus lactis* (20 %), *lactococcus lactis diacetylactis* (20 %), *bifidobacterium* (10 %).

Технология получения ферментированного напитка пробиотического действия приведена на рис. 1.

На начальном этапе исследований оценивали способность гречихи к проращиванию и накоплению антиоксидантных компонентов. Проращивание гречихи осуществляли в течение 48 ч с промывкой через каждые 6 ч. Предварительное замачивание зерна составило по рекомендации изготовителя от 1 до 3 ч.

Пророщенное зерно оценивали по органолептическим показателям, содержанию флавоноидов, полифенолов и антиоксидантной активности, энергии и способности прорастания (по ГОСТ 10968-88).

На втором этапе оценивали показатели качества пробиотического напитка: изменение активной и титруемой кислотности, содержание флавоноидов, полифенолов и антиоксидантную активность готовых напитков.

Общее содержание полифенолов оценивали с использованием реагента Фолина-Чакольтеу, антиоксидантная активность оценивалась спектрофотометрически с использованием реактива DPPH. Определение количества флавоноидов проводились с использованием раствора $AlCl_3$ [5].

Определение pH пробиотического растительного напитка проводили по ГОСТ 32901-2014.

Титруемую кислотность оценивали по ГОСТ 3624-92.

Определение состава микрофлоры проводили путем микроскопии фиксированного препарата, окрашенного комбинированным фиксатором в соответствии с ГОСТ 32901-2014.

Результаты и их обсуждение

На начальном этапе исследований основе были определены рациональные режимы замачивания и получения сырьевого ингредиента (1, 2, 3 часа) при вариации температуры (20–25 °C). Полученные результаты показали, что длительность замачивания и изменения



Рис. 1. Технология производства ферментированного напитка на основе пророщенного зерна гречихи

температуры имеют минимальное влияние на накопление флавоноидов и полифенолов.

В ходе рекогносцировочных исследований было установлено, что получение ростков длиной 0,5–1 см возможно через 12 ч проращивания, тогда как через 48 часов во всех образцах ростки зерна были в пределах 1–3 см, что является достаточным для получения сырьевого ингредиента с повышенными антиоксидантными свойствами [7, 10] (рис. 2).

По результатам исследования энергия прорастания гречихи составила 89 %, а способность прорастания 93 %. Время предварительного замачивания на данных показателях отразилось незначительно, поэтому было принято решение использовать минимальную длительность замачивания зерна.

Оценка содержания флавоноидов, полифенолов и антиоксидантной активности образцов гречихи (рис. 3) показывает увеличение их содержания при проращивании в среднем на 189,4–191,1 % по флавоноидам, и 57,5–62,5 % по полифенолам. Увеличение антиоксидантной активности зерна гречихи при проращивании составило в среднем 49,4 %.

Изменения при проращивании в составе зерна гречихи позволяют предположить изменения в антиоксидантных свойствах пробиотического напитка, произведенного на основе полученного сырьевого ингредиента [8].

Внесенная в зерновую основу комплексная закваска *lactobacillus bulgaricus*, *leuconostoc mesenteroides*, *lactococcus lactis*, *lactococcus lactis diacetylactis*, *bifidobacterium* пока-



А

Б

В

Рис. 2. Образцы зерна гречихи через 48 ч проращивания:
А – образец, замоченный в течение 1 ч; Б – образец, замоченный в течение 2 ч;
В – образец, замоченный в течение 3 ч

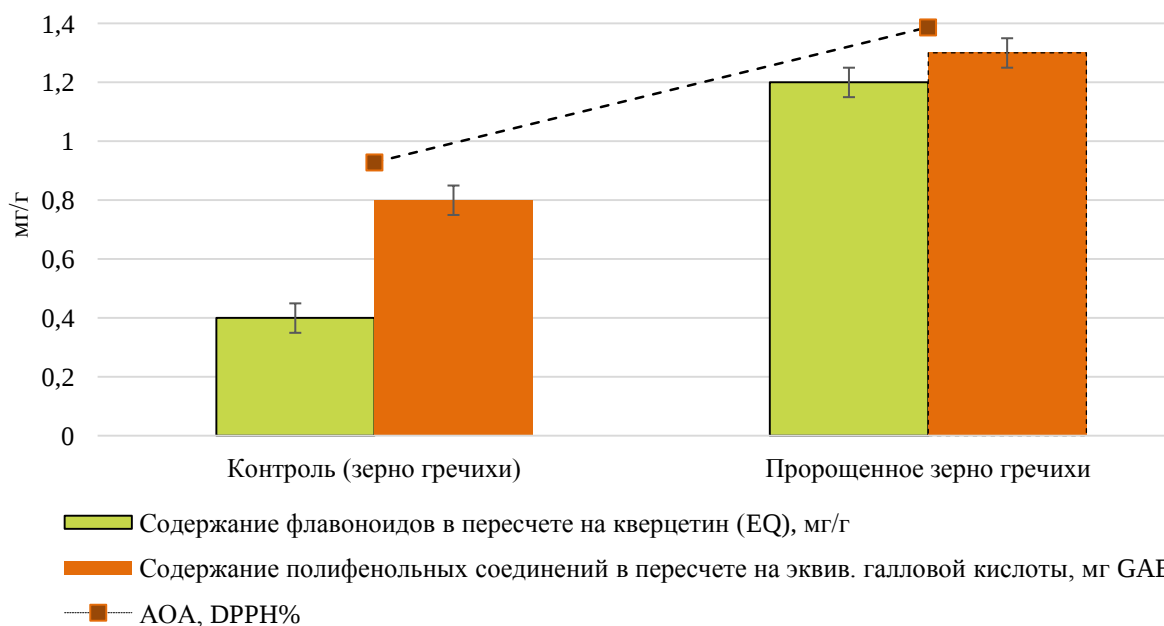


Рис. 3. Результаты определения содержания флавоноидов, полифенолов и антиоксидантной активности образцов гречихи до и после проращивания

зала активное развитие микрофлоры, что выразилось в тенденциях изменения активной и титруемой кислотности (рис. 4). Причем динамика изменений значений по указанным показателям показала наибольшую активность также в системе пророщенной зерновой основы.

Полученные результаты также подтверждаются активным развитием микрофлоры полученных напитков в процессе сквашивания (рис. 5).

Во всех опытных образцах напитка были обнаружены молочнокислые бактерии, что

говорит о пригодности растительной основы для создания пробиотического растительного напитка. При внесении закваски в полученный напиток в процессе микроскопии были обнаружены единичные формы микроорганизмов. Через 3 ч и далее во всех образцах было обнаружено активное развитие микрофлоры.

Оценка антиоксидантных свойств пробиотических напитков, выработанных на основе пророщенного зерна гречихи, показывает увеличение по всем показателям: по содержанию флавоноидов в среднем на 109,6–

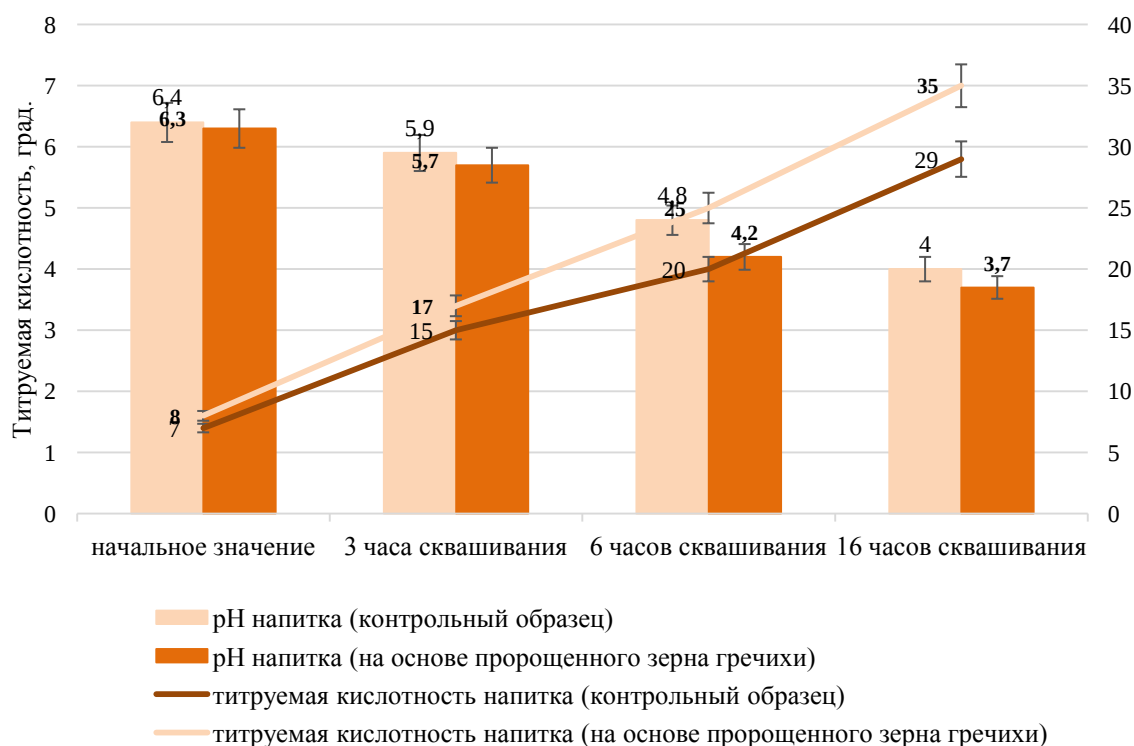


Рис. 4. Результаты определения активной и титруемой кислотности полученного напитка в динамике сквашивания

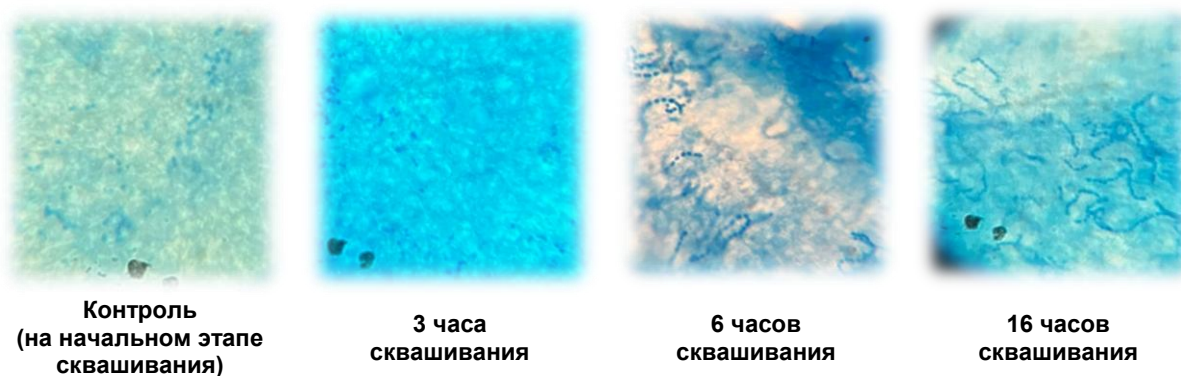


Рис. 5. Результаты изучения микрофлоры полученных напитков в процессе сквашивания (усредненные значения)

112 %, полифенольным соединениям – 28,1–29 %, АОА – 22–24,4 % (рис. 6).

По результатам органолептической оценки (см. таблицу) все образцы имеют приятный зерновой вкус, запах, присущий зерновой основе, легкий. Вкус слегка кислый из-за сквашивания, без посторонних привкусов и ароматов. Напитки непрозрачные с наличием небольшого белого осадка без посторонних включений.

Заключение

Таким образом, результаты исследований

показали, что проращивание зерна гречихи *Fagopyrum esculentum* является перспективным направлением в связи с высокой способностью к прорастанию и накоплению при этом флавоноидов и полифенольных веществ, что, как следствие, отражается на показателях качества вырабатываемых ферментированных напитков пробиотического действия.

Данный факт определяет возможность использования пророщенного зерна гречихи *Fagopyrum esculentum* для производства альтернативных растительных продуктов.

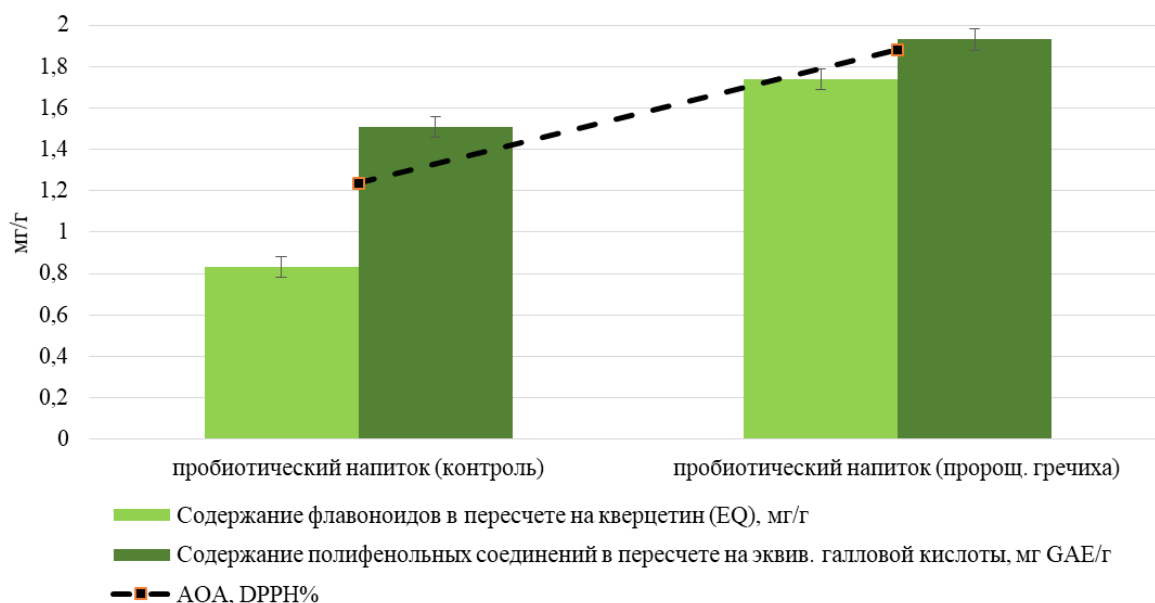


Рис. 6. Результаты определения содержания флавоноидов, полифенолов и антиоксидантной активности образцов напитков, выработанных на основе непророщенного и пророщенного зерна гречихи

Органолептические показатели качества пробиотических напитков

Наименование показателя	Наименование образцов			
	3 часа сквашивания	6 часов сквашивания	16 часов сквашивания	ГОСТ 28188-2014
Внешний вид	Непрозрачная жидкость, с небольшим осадком белого цвета, без посторонних включений			Непрозрачная жидкость. Допускается наличие осадка и взвесей, обусловленных особенностями используемого сырья, без включений, не свойственных продукту
Цвет	Белый цвет с розоватым оттенком	Белый цвет с зеленоватым оттенком	Белый цвет с желтоватым оттенком	В соответствии с рецептурами
Вкус	Приятный зерновой вкус, без посторонних привкусов			В соответствии с рецептурами
Запах				
	Зерновой запах, слегка кислый			

Список литературы

1. Бучилина А.С. Функциональные и пребиотические свойства семян гречихи / А.С. Бучилина, П.И. Гунькова, А.Л. Ишевский и др. // Вестник международной академии холода. 2021. № 4.
2. Гетманец В.Н., Яковлева Д.П., Перфильева Е.В. Производство различных видов «растительного молока» // Сборник статей XIX Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. 2020. С. 124–127.
3. Глаголева Л.Э., Коротких И.В. Исследование влияния условий процесса и свойств среды на кинетику процесса набухания хлопьев зеленой гречки // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 1. С. 134–137.
4. Зенькова М.Л., Мельникова Л.А. Микробиологическая оценка процесса проращивания зерна пшеницы и гречихи // Техника и технология пищевых производств. 2021. № 4.
5. Калинина И.В., Потороко И.Ю., Наumenко Н.В., Малинин А.В., Цатуров А.В., Фаткуллин Р.И. Исследование содержания флавоноидов в обогащенных хлебобулочных изделиях, полученных с использованием ингредиентов растительного происхождения // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81, № 2. С. 114–118. DOI: 10.20914/2310-1202-2019-2-114-118
6. Киселева Т.Л., Киселева М.А. Гречиха с позиции традиционной медицины и современных научных представлений: пищевые, энергетические и лечебно-профилактические свойства. Аллергологические риски // Традиционная медицина. 2016. № 3(46). С. 16–41.
7. Наumenко Н.В., Потороко И.Ю., Фильков А.А. Использование цельнозернового сырьевого ингредиента для улучшения потребительских свойств пищевых продуктов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2022. Т. 10, № 1. С. 39–48. DOI: 10.14529/food220105
8. Hur S. J., Lee S. Y., Kim Y.-C., Choi I., & Kim G.-B. (2014). Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods // Food Chemistry, 160, 346–356. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.03.112.
9. Kim S.-J., Zaidul I.S.M., Suzuki T., Mukasa Y., Hashimoto N., Takigawa S., ... Yamauchi H. (2008). Comparison of phenolic compositions between common and Tartary buckwheat (*Fagopyrum*) sprouts // Food Chemistry, 110(4), 814–820. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.02.050.
10. Limón R.I., Peñas E., Torino M.I., Martínez-Villaluenga C., Dueñas M., & Frias, J. (2015). Fermentation enhances the content of bioactive compounds in kidney bean extracts // Food Chemistry, 172, 345–352. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.09.084.
11. Nam T.-G., Lee S.M., Park J.-H., Kim D.-O., Baek N.-I., & Eom S.H. (2015). Flavonoid analysis of buckwheat sprouts // Food Chemistry, 170, 97–101. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.08.067.
12. Oomah B.D., & Mazza G. (1996). Flavonoids and antioxidative activities in buckwheat // Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44, 1746–1750. DOI: 10.1021/jf9508357.
13. Terpin P., Cigić B., Polak T., Hribar J., Požrl T. LC–MS analysis of phenolic compounds and antioxidant activity of buckwheat at different stages of malting // Food Chemistry, 210 (2016), pp. 9–17.
14. Zhang Z.-L., Zhou M.-L., Tang Y., Li F.-L., Tang Y.-X., Shao J.-R., ... Wu Y.-M. (2012). Bioactive compounds in functional buckwheat food // Food Research International, 49, 389–395. DOI: 10.1016/j.foodres.2012.07.035.

References

1. Buchilina A.S., Gun'kova P.I., Ishevskiy A.L. et al. Functional and prebiotic properties of buckwheat seeds. *Vestnik mezhdunarodnoy akademii kholoda* [Bulletin of the International Academy of Cold], 2021, no. 4. (In Russ.)
2. Getmanets V.N., Yakovleva D.P., Perfil'eva E.V. Production of various types of “vegetable milk”. *Sbornik statey XIX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Collection of articles of the XIX International Scientific and Practical Conference]. In 2 pt. 2020, pp. 124–127. (In Russ.)
3. Glagoleva L.E., Korotkikh I.V. Investigation of the influence of process conditions and properties of the medium on the kinetics of the swelling of green buckwheat flakes. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 2015;(1):134–137. (In Russ.) DOI: 10.20914/2310-1202-2015-1-134-137.

4. Zen'kova M.L., Mel'nikova L.A. Microbiological assessment of the process of growing consumption of wheat and buckwheat. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Technique and technology of food production], 2021, no. 4. (In Russ.)
5. Kalinina I.V., Potoroko I.Yu., Naumenko N.N., Malinin A.V., Tsaturov A.V., Fatkullin R.I. Investigation of the content of flavonoids in fortified bakery products obtained using ingredients of plant origin. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET], 2019, vol. 81, no. 2, pp. 114–118. (In Russ.). DOI: 10.20914/2310-1202-2019-2-114-118
6. Kiseleva T.L., Kiseleva M.A. Buckwheat from the standpoint of medical statistics and modern scientific ideas: nutritional, energy and therapeutic and prophylactic properties. Allergological risks. *Traditsionnaya meditsina* [Traditional medicine], 2016, no. 3(46), pp. 16–41. (In Russ.)
7. Naumenko N.V., Potoroko I.Yu., Filkov A.A. Use of a whole-grain raw ingredient to improve the consumer properties of food products. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2022, vol. 10, no. 1, pp. 39–48. (In Russ.) DOI: 10.14529/food220105
8. Hur S. J., Lee S. Y., Kim Y.-C., Choi I., & Kim G.-B. (2014). Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. *Food Chemistry*, 160, 346–356. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.03.112.
9. Kim S.-J., Zaidul I.S.M., Suzuki T., Mukasa Y., Hashimoto N., Takigawa S., ... Yamauchi H. (2008). Comparison of phenolic compositions between common and Tartary buckwheat (*Fagopyrum*) sprouts. *Food Chemistry*, 110(4), 814–820. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.02.050.
10. Limón R.I., Peñas E., Torino M.I., Martínez-Villaluenga C., Dueñas M., & Frias, J. (2015). Fermentation enhances the content of bioactive compounds in kidney bean extracts. *Food Chemistry*, 172, 345–352. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.09.084.
11. Nam T.-G., Lee S.M., Park J.-H., Kim D.-O., Baek N.-I., & Eom S.H. (2015). Flavonoid analysis of buckwheat sprouts. *Food Chemistry*, 170, 97–101. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.08.067.
12. Oomah B.D., & Mazza G. (1996). Flavonoids and antioxidative activities in buckwheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 1746–1750. DOI: 10.1021/jf9508357.
13. Terpin P., Cigić B., Polak T., Hribar J., Požrl T. LC–MS analysis of phenolic compounds and antioxidant activity of buckwheat at different stages of malting. *Food Chemistry*, 210 (2016), pp. 9–17.
14. Zhang Z.-L., Zhou M.-L., Tang Y., Li F.-L., Tang Y.-X., Shao J.-R., ... Wu Y.-M. (2012). Bioactive compounds in functional buckwheat food. *Food Research International*, 49, 389–395. DOI: 10.1016/j.foodres.2012.07.035.

Информация об авторах

Попова Наталия Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия, nvpopova@susu.ru

Гаврилова Карина Сергеевна, студент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия.

Науменко Екатерина Евгеньевна, студент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия, 9193122375@mail.ru

Information about the authors

Natalia V. Popova, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, nvpopova@susu.ru

Karina S. Gavrilova, student at the Department Food and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.

Ekaterina E. Naumenko, student of the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, 9193122375@mail.ru

Статья поступила в редакцию 14.07.2022

The article was submitted 14.07.2022