

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕЛЬНОЗЕРНОВОГО СЫРЬЕВОГО ИНГРЕДИЕНТА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

**Наталья Владимировна Науменко**, [Naumenko\\_natalya@mail.ru](mailto:Naumenko_natalya@mail.ru)

**Ирина Юрьевна Потороко**, [potorokoiy@susu.ru](mailto:potorokoiy@susu.ru)

**Артем Александрович Фильков**, [filkovartem@mail.ru](mailto:filkovartem@mail.ru)

*Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия*

**Аннотация.** Анализ открытых источников научных и статистических данных научных исследований позволяет говорить, что в настоящее время развитие продовольственного рынка направлено на полное применение традиционного сырья для получения продуктов питания с улучшенными потребительскими достоинствами. Поэтому вполне обоснованы основные тенденции, направленные на использование всех составных частей зерна, минимизацию потерь и максимальное использование пищевых компонентов зернового сырья. Вышесказанное подтверждает целесообразность использования зернового сырья в технологиях новых методов получения сырьевых ингредиентов. Целью данного исследования являлось получение ферментированного растительного ингредиента на основе пророщенного зерна пшеницы и оценка его применимости в технологии молочных продуктов. В работе использовали разные подходы применения ферментированного растительного ингредиента. Предлагается вводить полученный сырьевой ингредиент на двух этапах производства: 1) в массу сырного зерна при формировании головки перед прессованием и 2) на этапе отделки головки сыра, путем нанесения на поверхность. В исследованиях доказано, что разработанный сырьевой ингредиент обладает антиоксидантными свойствами и имеет более низкое содержание фитиновой кислоты, что способствует усвоению содержащегося в нем железа. Внесение сырьевого ингредиента в сырное зерно позволяет получить нежную структуру сырного теста, при разжевывании ощущается присутствие частиц сырьевого ингредиента, не ухудшающее восприятие полученного продукта. Во втором варианте сыра при нанесении сырьевого ингредиента на поверхность сырной головки сохраняется целостность формы, отмечается наличие нежной, в меру плотной структуры сырного теста. Полученные результаты комплексного исследования доказывают эффективность использования полученного ферментированного сырьевого ингредиента на основе пророщенного зерна пшеницы в качестве дополнительного пищевого сырья при производстве мягких сыров с целью расширения ассортиментной линейки выпускаемой продукции, создания продуктов натурального происхождения, обладающих повышенной пищевой ценностью, а также увеличения выхода готовой продукции из молочного сырья.

**Ключевые слова:** зерно пшеницы, пророщенное зерно пшеницы, проращивание зерновых культур, сырьевой ингредиент, продукты питания повышенной пищевой ценности

**Благодарности.** Проект реализуется победителем Конкурса на представление грантов преподавателям магистратуры благотворительной программы «Стипендиальная программа Владимира Потанина» Благотворительного фонда Владимира Потанина, договор № ГСГК-0032/21 от 16.07.2021.

**Для цитирования:** Науменко 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

Original article  
DOI: 10.14529/food220105

## USE OF A WHOLE-GRAIN RAW INGREDIENT TO IMPROVE THE CONSUMER PROPERTIES OF FOOD PRODUCTS

*Natalia V. Naumenko, Naumenko\_natalya@mail.ru*

*Irina Yu. Potoroko, irina\_potoroko@mail.ru*

*Artem A. Filkov, filkovartem@mail.ru*

*South Ural State University, Chelyabinsk, Russia*

**Abstract.** Analysis of open sources of scientific and statistical data of scientific research allows us to say that at present the development of the food market is aimed at the full use of traditional raw materials for obtaining food products with improved consumer qualities. Therefore, the main trends aimed at the use of all constituent parts of grain, minimizing losses and maximizing the use of food components of grain raw materials are well justified. The above confirms the appropriateness of the use of grain raw materials in the technologies of new methods of obtaining raw ingredients. The purpose of this study was to obtain a fermented vegetable ingredient based on sprouted wheat grain and assess its applicability in the technology of dairy products. In the work different approaches of fermented vegetable ingredient application were used. It is proposed to introduce the obtained raw ingredient at two stages of production: 1) into the mass of cheese grain during the formation of the head before pressing and 2) at the stage of finishing of the cheese head, by applying on the surface. The studies proved that the developed raw ingredient has antioxidant properties and has a lower content of phytic acid, which contributes to the absorption of the iron it contains. Adding the raw ingredient to the cheese kernel allows to get a delicate structure of the cheese dough, when chewed the presence of particles of the raw ingredient is felt not impairing the perception of the obtained product. In the second version of the cheese, when the raw ingredient is applied to the surface of the cheese head, the integrity of the shape is maintained, there is a delicate, moderately dense structure of the cheese dough. The results of the comprehensive study prove the effectiveness of the obtained fermented raw ingredient based on germinated wheat grain as an additional food raw material in the production of soft cheeses in order to expand the range of products, creating products of natural origin with high nutritional value, as well as increasing the yield of finished products from dairy raw materials.

**Keywords:** wheat grain, germinated wheat grain, germination of cereal crops, raw ingredient, food products of high nutritional value

**Acknowledgments.** The project is implemented by the winner of the Contest for the submission of grants to the teachers of master's degree of The Vladimir Potanin Foundation, contract № GSGK-0032/21 of 16.07.2021.

**For citation:** 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

### Введение

Решение задач наполнения потребительского рынка высококачественными пищевыми продуктами, обладающими профилактическим действием, является стимулом для развития научных исследований и инновационных технологий при создании пищевых продуктов с улучшенными натуральными вкусовыми характеристиками в сочетании с ограниченным количеством применяемых улучшителей и обогатителей различной химической природы [3, 7, 8, 9, 12].

Актуальность научной проблемы, решаемой в рамках данного проекта, обусловлена существующей в настоящее время сложной ситуацией снижения качества зерновых культур, что обуславливает необходимость поиска новых подходов в разработке технологических приемов и решений, позволяющих получить сырьевые ингредиенты с высокими потребительскими свойствами [4, 6, 11, 13–18].

Утвержденные Правительством Российской Федерации законодательные нормативные документы указывают на необходимость разработки и внедрения современных техно-

логий производства пищевых ингредиентов, позволяющих получать продукты нового поколения с заданными характеристиками качества, соответствующих принципам здорового питания. В этой связи в качестве решения данной проблемы возможно предложить использование ферментированного растительного ингредиента на основе пророщенного зерна пшеницы в матрице пищевого продукта – мягкого сыра [1, 2, 5, 10].

Целью данного исследования являлось получение ферментированного растительного ингредиента на основе пророщенного зерна пшеницы и оценка его применимости в технологии молочных продуктов.

#### Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследования была использована пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum L.*) сорта Любава.

Органолептические показатели зерна пшеницы определяли согласно ГОСТ 9353-2016, натуру – ГОСТ 10840-2017, влажность – ГОСТ 13586.5-2015; нутриентный состав – ГОСТ Р 54607.7-2016, ГОСТ 29033-91, ГОСТ Р 54607.4-2015, ГОСТ 26928-86, ГОСТ 31683-2012.

На первом этапе исследований осуществляли проращивание зерна пшеницы, которое проводили при вариации условий с целью установления наиболее эффективного способа. Структурная схема получения пророщенного зерна пшеницы при вариации параметров проращивания представлена на рис. 1.

Оптимизацию условий процесса проращивания проводили с использованием программного продукта MathCad 14.0.

Общую антиоксидантную активность определяли методом DPPH (мг ТЕАС/г).

На втором этапе исследований пророщенное зерно пшеницы подвергалось процессу ферментации с целью снижения содержания фитиновой кислоты в полученном сырьевом ингредиенте. Для ферментации использовали рецептуры смесей, представленные в табл. 1.

После проведения процесса ферментации зерно пшеницы высушивалось в условиях принудительной конвекции при температуре  $(35 \pm 5)$  °С до влажности  $(12 \pm 2)$  %, а затем измельчалось на лабораторной мельнице модели ЛМТ-2.

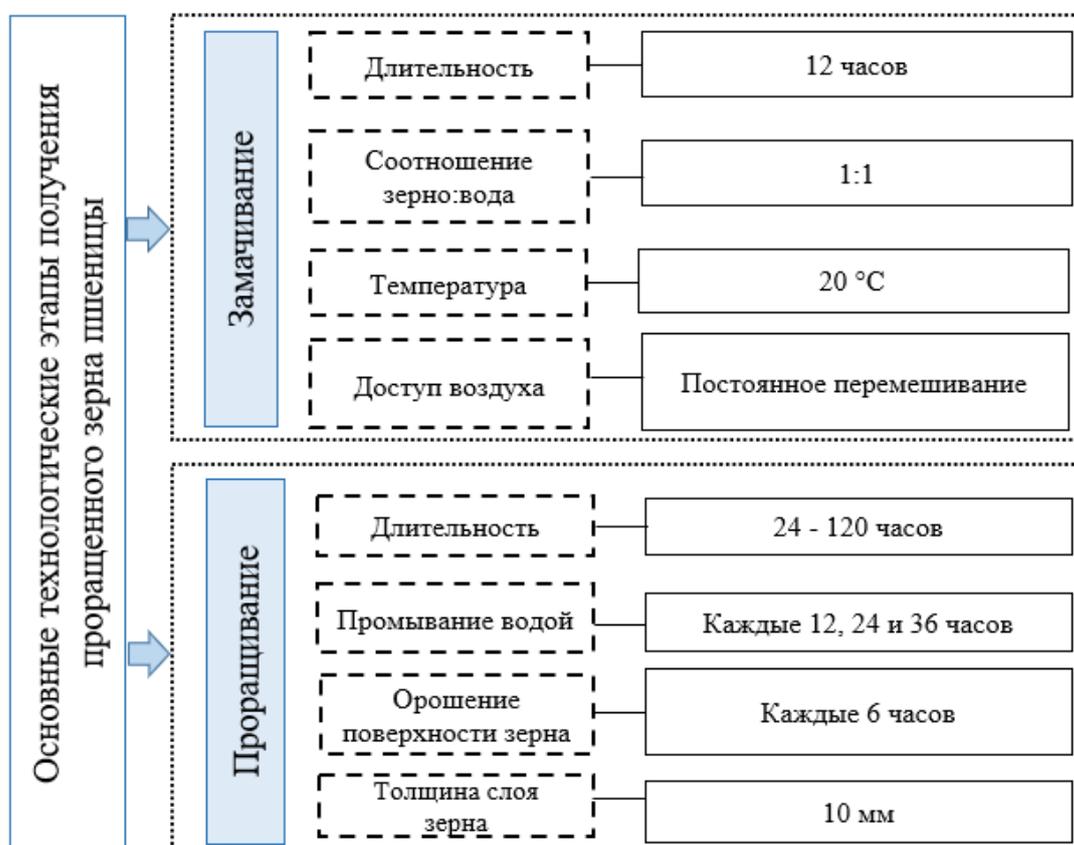


Рис. 1. Основные технологические этапы получения пророщенного зерна пшеницы

Таблица 1  
Рецептуры смеси, используемой  
для процесса ферментации

Состав смеси	Номер образца		
	№ 1	№ 2	№ 3
Фильтрованная вода	–	50	100
Сахар белый	–	–	5
Дрожжи сухие	–	–	0,1
Сыворотка	100	50	–
Пророщенное зерно пшеницы (оптимизированный образец), г	10	10	10
Длительность процесса ферментации, часы	8	8	8

На третьем этапе исследований были получены образцы **мягкого свежего сыра**, обогащенного ферментированным сырьевым ингредиентом.

Для технологии получения образцов сыра использовали следующее сырье:

- молоко коровье, производитель ООО «Подовинновское молоко», г. Южноуральск (массовая доля жира 3,6–4,2 %);
- экспериментальные образцы ферментированного растительного ингредиента на основе пророщенного зерна пшеницы;
- бактериальная закваска ЛКДБ БК-Углич-№4, ФГУП «Экспериментальная биофабрика» г. Углич;
- препарат сухого сычужный фермента MEITO, Meito Sangyo Co., Ltd (Япония);
- хлористый кальций.

Для получения сыров использовали традиционную технологию без созревания. Ферментированный растительный ингредиент на основе пророщенного зерна пшеницы вводили в основную рецептуру на двух этапах производства: 1) в массу сырного зерна при формировании головки перед прессованием и 2) на этапе отделки головки сыра путем нанесения на поверхность.

В качестве контрольного образца использовали образец сыра без полученного сырьевого ингредиента.

#### Результаты и их обсуждение

На начальном этапе была произведена оценка входных параметров используемого зерна пшеницы (табл. 2).

Полученные результаты позволяют ска-

зать, что данный образец зерна пшеницы соответствует требованиям нормативной документации и может быть использован для процесса проращивания.

С целью контроля процесса проращивания и увеличения объема зерновой массы был введен показатель «эффективность проращивания», под которым понимается динамика прироста длины корневой системы и/или роста в течение процесса проращивания (%), в нашем случае в течение 120 часов.

Для выявления наиболее эффективных режимов проращивания применялось двухфакторное планирование. В качестве переменных факторов использовалась частота промывания водой слоя зерна пшеницы (12, 24 и 36 часов) и длительность процесса проращивания (24–120 часов). Контролируемыми показателями были определены: эффективность проращивания, % (для корневой системы и роста) и антиоксидантная активность, % (DPPH). Полученные результаты исследований представлены на рис. 2.

Исходя из полученных данных и технологических особенностей процесса проращивания, а также с учетом получения наибольших значений показателя «Общая антиоксидантная активность, %» были определены оптимальные параметры процесса: длительность проращивания – 3 суток (72 часа) при частоте промывания зерновой массы каждые 24 часа с дополнительным орошением поверхности зерновой массы каждые 6 часов.

В рамках реализации второго этапа исследований пророщенное зерно пшеницы дополнительно подвергалось процессу ферментации, согласно ранее представленной рецептуре смеси и технологии. Данный процесс проводился с целью снижения содержания фитиновой кислоты в получаемом сырьевом ингредиенте, которая негативно влияет на усвоение многих минеральных веществ, особенно железа. При проведении данного процесса осуществлялся контроль содержания железа и фитиновой кислоты (рис. 3).

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о выраженном влиянии процесса ферментации на содержание фитиновой кислоты. Наибольшее снижение было отмечено для образца 1, в состав которого входила молочная сыворотка, которая богата энзимами – фитазами.

Таблица 2  
Характеристика зерна пшеницы, используемой для проращивания ГОСТ 9353-2016

Наименование показателя	Полученное значение показателя для образца зерна пшеницы
Состояние	В здоровом, не греющемся состоянии
Запах	Соответствует здоровому зерну пшеницы
Цвет	Соответствует здоровому зерну пшеницы
Масса 1000 зерен, г	34,4
Натура, г/л	796
Стекловидность, %	56
Влажность, %	10,5
Сорная примесь, %	1,36
Зараженность вредителями	Отсутствует
Массовая доля белка в пересчете на сухое вещество, %	14,66
Массовая доля жира, %	2,3
Массовая доля углеводов, %	71,2
Железо, мкг/г	101,9

Необходимо отметить, что процесс проращивания снижает содержание железа в зерне пшеницы на 28–30 %, при этом количество фитиновой кислоты остается практически неизменным, тогда как используя процесс ферментации можно снизить содержание данного компонента на 36–38 %.

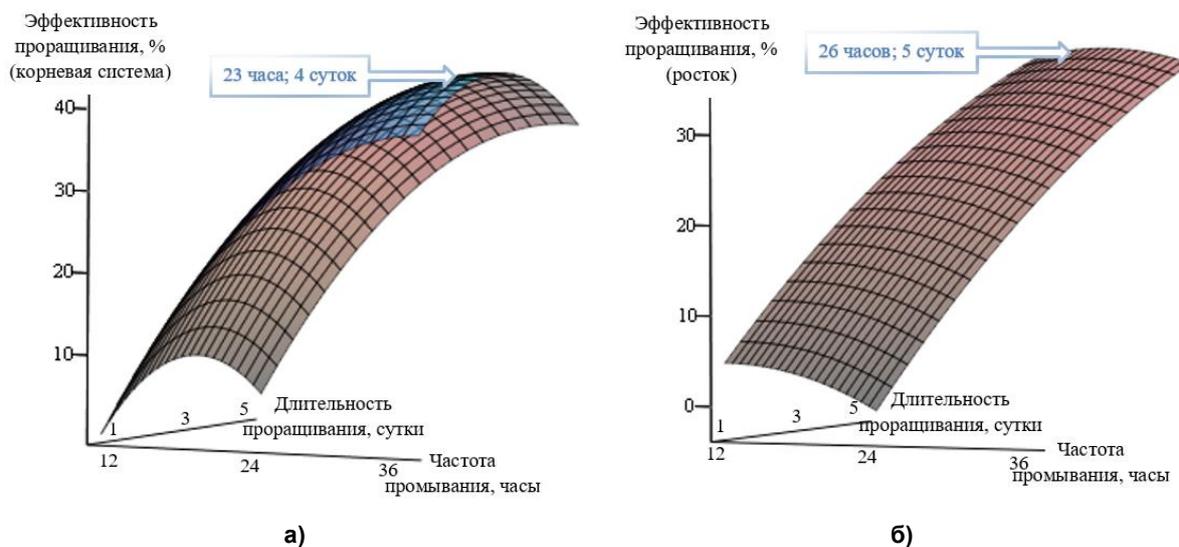
В ходе экспериментальных исследований, в рамках реализации **третьего этапа исследований**, были определены возможные подходы применения полученного ферментированного сырьевого ингредиента в производстве молочных продуктов.

Полученные образцы сыров оценивались по органолептическим показателям сразу после выработки (табл. 3).

В ходе исследования установлено, что для образца 1 отмечается более рыхлая структура сырного теста, при разжевывании ощущается присутствие частиц сырьевого ингредиента, не ухудшающее общее восприятие полученного продукта. Для образца 2 характерно наличие нежной, в меру плотной структуры

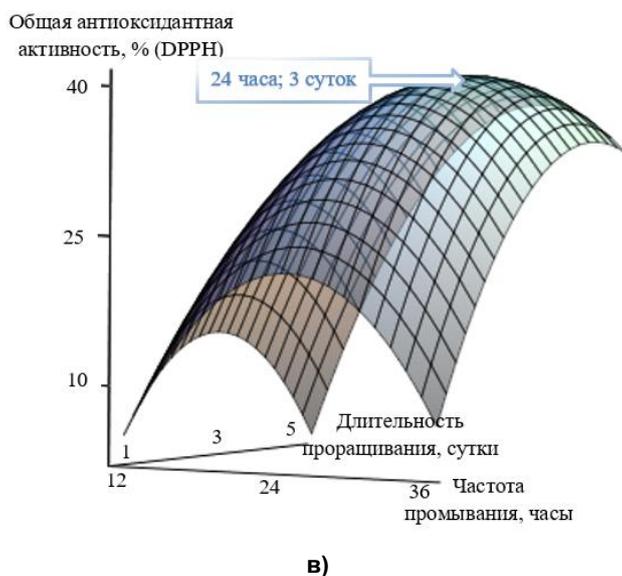
сырного теста, благодаря наличию на поверхности сырьевого ингредиента сыр имеет форму хорошо сформировавшегося низкого цилиндра со слегка выпуклой боковой поверхностью и ровными гранями.

Таким образом, полученные результаты исследований позволяют рекомендовать разработанный сырьевой ингредиент в качестве сырья при производстве мягких сыров с целью расширения ассортиментной линейки выпускаемой продукции, создания продуктов натурального происхождения, обладающих повышенной пищевой ценностью, а также увеличения выхода готовой продукции из молочного сырья. Необходимо отметить, что использование полученного сырьевого ингредиента на поверхности мягкого сыра позволило создать лучшую форму и получить приятный аромат готового продукта. При этом полученный сырьевой ингредиент обладает антиоксидантными свойствами и имеет более низкое содержание фитиновой кислоты, что способствует усвоению содержащегося в нем железа.



$$Y = -3,979 \cdot 10^{-3} \cdot X_1^2 - 0,048 \cdot X_2^2 - 1,519 \cdot 10^{-3} \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,988 \cdot X_1 + 2,422 \cdot X_2 - 42,722$$

$$Y = -1,519 \cdot 10^{-3} \cdot X_1^2 - 8,681 \cdot X_2^2 + 1,953 \cdot 10^{-3} \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,557 \cdot X_1 + 0,061 \cdot X_2 - 7,75$$



$$Y = -6,753 \cdot 10^{-5} \cdot X_1^2 - 0,027 \cdot X_2^2 + 8,345 \cdot 10^{-4} \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,357 \cdot X_1 + 1,869 \cdot X_2 - 17,983$$

Рис. 2. Поверхность отклика зависимости от частоты промывания зерновой массы и длительности процесса проращивания от эффективности проращивания: развитие корневой системы – а; развитие ростка – б; общей антиоксидантной активности – в



Рис. 3. Результаты определения содержания железа и фитиновой кислоты в образцах пшеницы

Таблица 3

Внешний вид и характеристика полученных образцов мягкого сыра

Наименование образца	Описание	Внешний вид
Контроль Образец мягкого сыра	Сыр не имеет корки. Поверхность ровная, слегка увлажненная, без наличия ослизнения. Без посторонних привкусов и запахов. Консистенция однородная, без рисунка, цвет светло-желтый	
Образец 1 Мягкий сыр с пророщенным и ферментированным зерном пшеницы в количестве 5 %	Сыр не имеет корки. Поверхность ровная с включениями сырьевого ингредиента, сухая. Приятный кисломолочный вкус и легкий аромат пророщенного зерна пшеницы, рисунок сырного теста равномерный с вкраплениями частиц сырьевого ингредиента, присутствует незначительное окрашивание сырного теста в местах контакта с сырьевым ингредиентом	
Образец 2 Мягкий сыр с обработанной поверхностью пророщенным и ферментированным зерном пшеницы	Сыр имеет на поверхности тонкий равномерный слой ингредиента без подкоркового слоя. Приятный кисломолочный вкус и аромат пророщенного зерна пшеницы. Консистенция сыра однородная, без рисунка. Заметно незначительное окрашивание сырного теста в местах контакта с сырьевым ингредиентом	

### Список литературы

1. Бутенко Л.И., Прокопцева А.Р. Количественное определение содержания фитиновой кислоты в семенах льна, сои и овса // Семьдесят четвертая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием. 21 апреля 2021 г., Ярославль: сб. материалов конф.: в. 2 ч. Ч. 1. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2021. С. 94–100.
2. Дубцов Г.Г., Бережная О.В., Войно Л.И. Проростки пшеницы – ингредиент для продуктов питания // Пищевая промышленность. 2015. № 5. С. 26–29.
3. Дубцов Г.Г., Бережная О.В. Ферментативная антиоксидантная активность пророщенного зерна, используемого в кулинарии. // Товаровед продовольственных товаров. 2014. № 10. С. 4–7.
4. Казённова Н.К., Шнейдер Д.В., Казённов И.В. Изменение химического состава зерновых продуктов при проращивании // Хлебопродукты. 2013. № 10. С. 55–57.
5. Контролируемое проращивание зерновых культур – безопасный способ технологии новых сырьевых ингредиентов / Н.В. Науменко, И.Ю. Потороко, А.А. Фильков и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2021. Т. 9, № 3. С. 53–61. DOI: 10.14529/food210306
6. Науменко Н.В., Потороко И.Ю., Науменко Е.Е. Применение шкалы микрофенологических фаз для процесса контролируемого проращивания зерна пшеницы // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2021. Т. 9, № 2. С. 47–56. DOI: 10.14529/food210205
7. Нилова Л.П., Малютенкова С.М. Инновационные пищевые продукты в формировании региональных товарных систем // Наука Красноярья. 2016. № 5(38). С. 161–174. DOI: 10.12731/2070-7568-2016-5-161-174
8. Пушкина П.И., Нилова Л.П. Сравнительная оценка качества ферментированных растительных продуктов // Молодежь и XXI век – 2021: материалы XI Международной молодежной научной конференции. В 6-ти томах / отв. редактор М.С. Разумов. Курск, 2021. С. 52–55.
9. Ташменов Р.С. Разработка методики количественного определения инозитгексафосфорной кислоты. Казахстан, Шымкент: Южно-Казахстанская государственная медицинская академия. Режим доступа: [http://www.rusnauka.com/13\\_NPT\\_2008/Chimia/31861.doc.htm](http://www.rusnauka.com/13_NPT_2008/Chimia/31861.doc.htm).
10. Технологические решения применения ультразвукового воздействия для производства рассольных сыров, обогащённых коричневым маслом / И.Ю. Потороко, Т.В. Пилипенко, А.М. Кади, А.В. Малинин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2020. Т. 8, № 4. С. 77–85. DOI: 10.14529/food200410
11. Ding J., Feng H. 5-Controlled germination for enhancing the nutritional value of sprouted grains // Sprouted grains: nutritional value, production and applications / ed. by H. Feng [et al.]. St. Paul, MN : Woodhead Publishing, 2019. P. 91–112. DOI: 10.1016/B978-0-12-811525-1.00005-1
12. Ding J., Hou G.G., Nemzer B.V. [et al.]. Effects of controlled germination on selected physicochemical and functional properties of whole-wheat flour and enhanced  $\gamma$ -aminobutyric acid accumulation by ultrasonication // Food chemistry. 2018. Vol. 243. P. 214–221. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.09.128
13. Ding J., Hou G.G., Dong M. [et al.]. Physicochemical properties of germinated dehulled rice flour and energy requirement in germination as affected by ultrasound treatment // Ultrasonics sonochemistry. 2018. Vol. 41. P. 484–491. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2017.10.010
14. Goussous S.J., Samaram N.H., Alqudah A.M., Othman M.O. Enhancing seed germination of four crop species using an ultrasonic technique. // Experimental agriculture. 2010. Vol. 46, iss. 2. P. 231–242. DOI: 10.1017/S0014479709991062
15. Hübner F., Arendt E.K. Germination of cereal grains as a way to improve the nutritional value: a review // Critical reviews in food science and nutrition. 2013. Vol. 53, iss. 8. P. 853–861. DOI: 10.1080/10408398.2011.562060
16. Hübner F., O’Neil T., Cashman K.D., Arendt E.K. The influence of germination conditions on beta-glucan, dietary fibre and phytate during the germination of oats and barley // European food research and technology. 2010. Vol. 231, iss. 1. P. 27–35. DOI: 10.1007/s00217-010-1247-1

17. Price T.V. Seed sprout production for human consumption – a review // Canadian institute of food science and technology journal. 1988. Vol. 21, iss. 1. P. 57–65. DOI: 10.1016/s0315-5463(88)70718-x
18. Rudolf J.L., Resurreccion A.V.A. Optimization of trans-resveratrol concentration and sensory properties of peanut kernels by slicing and ultrasound treatment, using response surface methodology // Journal of food science. 2007. Vol. 72, iss. 7. P. S450–S462. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2007.00467.x

### References

1. Butenko L.I., Prokoptseva A.R. Quantitative determination of the content of phytic acid in the seeds of flax, soy and oats. *Sem'desyat chetvertaya vserossiyskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya studentov, magistrantov i aspirantov vysshikh uchebnykh zavedeniy s mezhdunarodnym uchastiem* [Seventy-fourth All-Russian scientific and technical conference of students, undergraduates and graduate students of higher educational institutions with international participation]. Part 1. April 21, 2021, Yaroslavl, 2021, pp. 94–100. (In Russ.)
2. Dubtsov G.G., Berezhnaya O.V., War L.I. Wheat germs – an ingredient for food. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2015, no. 5, pp. 26–29. (In Russ.)
3. Dubtsov G.G., Berezhnaya O.V. Enzymatic antioxidant activity of sprouted grains used in cooking. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov* [Merchandiser of food products], 2014, no. 10, pp. 4–7. (In Russ.)
4. Kazennova N.K., Shneider D.V., Kazennov I.V. Change in the chemical composition of grain products during sprouting. *Khlebobrodukty* [Bread products], 2013, no. 10, pp. 55–57. (In Russ.)
5. Naumenko N.V., Potoroko I.Yu., Filkov A.A., Khudyakova A.M., Naumenko E.E. Controlled Grain Growing – a Safe Method for New Raw Ingredients Technology. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2021, vol. 9, no. 3, pp. 53–61. (In Russ.) DOI: 10.14529/food210306
6. Naumenko N.V., Potoroko I.Yu., Naumenko E.E. Application of the Microphenological Phase Scale for the Process of Controlled Germination of Wheat Grain. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2021, vol. 9, no. 2, pp. 47–56. (In Russ.) DOI: 10.14529/food210205
7. Nilova L.P., Malyutenkova S.M. Innovative food products in the formation of regional commodity systems. *Science of Krasnoyarsk*, 2016, no. 5 (38), pp. 161–174. (In Russ.) DOI: 10.12731/2070-7568-2016-5-161-174
8. Pushkin P.I., Nilova L.P. Comparative assessment of the quality of fermented plant products. *Molodezh' i XXI vek – 2021: materialy XI Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii* [Youth and the XXI century – 2021. Proceedings of the XI International Youth Scientific Conference]. In 6 volumes. Kursk, 2021, pp. 52–55. (In Russ.)
9. Tashmenov R.S. *Razrabotka metodiki kolichestvennogo opredeleniya inozitgeksafosfornoj kisloty* [Development of a method for the quantitative determination of inositol hexaphosphoric acid]. Shymkent. Available at: [http://www.rusnauka.com/13\\_NPT\\_2008/Chimia/31861.doc.htm](http://www.rusnauka.com/13_NPT_2008/Chimia/31861.doc.htm). (In Russ.)
10. Potoroko I.Yu., Pilipenko T.V., Kadi A.M., Malinin A.V. Technological Solutions for the Use of Ultrasonic Action for the Production of Brine Cheeses Enriched with Cinnamon Oil. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2020, vol. 8, no. 4, pp. 77–85. (In Russ.) DOI: 10.14529/food200410
11. Ding J., Feng H. 5-Controlled germination for enhancing the nutritional value of sprouted grains. *Sprouted grains: nutritional value, production and applications*. St. Paul, MN, Woodhead Publishing, 2019, pp. 91–112. DOI: 10.1016/B978-0-12-811525-1.00005-1
12. Ding J., Hou G.G., Nemzer B.V. [et al.]. Effects of controlled germination on selected physicochemical and functional properties of whole-wheat flour and enhanced  $\gamma$ -aminobutyric acid accumulation by ultrasonication. *Food chemistry*, 2018, vol. 243, pp. 214–221. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.09.128
13. Ding J., Hou G.G., Dong M. [et al.]. Physicochemical properties of germinated dehulled rice flour and energy requirement in germination as affected by ultrasound treatment. *Ultrasonics sonochemistry*, 2018, vol. 41, pp. 484–491. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2017.10.010

14. Goussous S.J., Samaram N.H., Alqudah A.M., Othman M.O. Enhancing seed germination of four crop species using an ultrasonic technique. *Experimental agriculture*, 2010, vol. 46, iss. 2, pp. 231–242. DOI: 10.1017/S0014479709991062

15. Hübner F., Arendt E.K. Germination of cereal grains as a way to improve the nutritional value: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2013, vol. 53, iss. 8, pp. 853–861. DOI: 10.1080/10408398.2011.562060

16. Hübner F., O’Neil T., Cashman K.D., Arendt E.K. The influence of germination conditions on beta-glucan, dietary fibre and phytate during the germination of oats and barley. *European food research and technology*, 2010, vol. 231, iss. 1, pp. 27–35. DOI: 10.1007/s00217-010-1247-1

17. Price T.V. Seed sprout production for human consumption – a review. *Canadian institute of food science and technology journal*, 1988, vol. 21, iss. 1, pp. 57–65. DOI: 10.1016/s0315-5463(88)70718-x

18. Rudolf J.L., Resurreccion A.V.A. Optimization of trans-resveratrol concentration and sensory properties of peanut kernels by slicing and ultrasound treatment, using response surface methodology. *Journal of food science*, 2007, vol. 72, iss. 7, pp. S450–S462. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2007.00467.x

#### ***Информация об авторах***

**Науменко Наталья Владимировна**, доктор технических наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия, Naumenko\_natalya@mail.ru

**Потороко Ирина Юрьевна**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия, potoroiko@susu.ru

**Фильков Артем Александрович**, магистрант кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия, filkovartem@mail.ru

#### ***Information about the authors***

**Natalia V. Naumenko**, Doctor of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, Naumenko\_natalya@mail.ru

**Irina Yu. Potoroko**, Doctor of Sciences (Engineering), Professor of the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, irina\_potoroko@mail.ru

**Artem A. Filkov**, Undergraduate of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, filkovartem@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 16.09.2021*

*The article was submitted 16.09.2021*