

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР КАК ОСНОВА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*Н.В. Науменко, И.Ю. Потороко, К.С. Гаврилова,
Е.Е. Науменко, А.Д. Ликсунова*

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Изменения, обусловленные ограничительными мерами ввиду распространения пандемии Covid-19, не могли не повлиять на развитие пищевой индустрии как в мировом, так и российском масштабах. Новые тенденции в области пищевых технологий знаменуют собой сдвиг в сторону экологически рационального и индивидуального выбора продуктов питания. Сегодня развитие пищевой промышленности направлено на применение эффективных, прозрачных и устойчивых технологий, таких как технологии Индустрии 4.0 во всей цепочке создания пищевых продуктов. Анализ полученных на базе платформы больших данных и искусственного интеллекта StartUs Insights Discovery позволяет выделить десять ключевых инновационных направлений развития пищевой промышленности, среди них такие как: формирование пищевого сырья на основе альтернативных источников белка; активное использование биологически активных веществ для создания функциональных и обогащенных пищевых продуктов; применение электронной торговли и цифрового управления на всех этапах движения сырьевых ингредиентов и готовых продуктов; персонализация рационов питания; цифровизация общественного питания; внедрение робототехники на технологических этапах производства; применение 3D-принтеров при создании пищевых продуктов; а также минимизация продовольственных потерь и пищевых отходов с целью формирования мировой продовольственной безопасности. В качестве одного из путей реализации ключевых инновационных направлений развития пищевой промышленности предлагается использование комплексного методологического подхода в технологиях получения комбинированных молочных продуктов с продуктами переработки зерновых культур, который может стать одним из эффективных инструментов уменьшения продовольственных потерь и создания пищевых продуктов повышенной пищевой ценности.

Ключевые слова: зерно пшеницы, проращивание зерновых культур, безопасные сырьевые ингредиенты, минимизация продовольственных потерь, ресурсосбережение.

Реалии современного мира в области пищевых технологий направлены на ускорение внедрения технологий Индустрии 4.0 во всей цепочке создания продуктов питания. Данное направление получило наибольшее ускорение в своем развитии благодаря неизбежному влиянию пандемии Covid-19 и уже в 2021 году большинство инновационных разработок направлено на интегрирование методов сокращения продовольственных потерь и минимизацию продовольственных отходов. Сегодня передовые технологии производства пищевых продуктов направлены на оцифровывание своих производственных цехов с помощью робототехники, использование методов электронной торговли и товародвижения, а также применение цифровых инструментов управления безопасностью продуктов питания.

Согласно результатам исследований, полученных на базе платформы больших данных и искусственного интеллекта StartUs Insights Discovery [17], охватывающей более

2 093 000 стартапов и научных проектов по всему миру, можно выделить 10 ключевых инновационных направлений развития пищевой промышленности (рис. 1).

Одним из наиболее актуальных направлений развития пищевой индустрии определено использование альтернативных источников белка, таких как культивированные мясо, съедобные насекомые и продукты на основе микопroteинов, что стало возможным в промышленных масштабах благодаря достижениям в области 3D-печати, ферментации и молекулярной биологии.

В качестве наиболее сформированного и активно развивающегося направления в Российской Федерации можно выделить разработку функциональных и обогащенных пищевых продуктов, а также продуктов, направленных на нормализацию и повышение биологической активности нормальной микрофлоры кишечника человека.



Рис. 1. Основные инновационные направления развития пищевой промышленности согласно исследованиям StartUs Insights Discovery [17]

Уменьшение продовольственных потерь и пищевых отходов как инструмент обеспечения продовольственной безопасности в глобальном масштабе было отражено при формировании единой концепции развития мирового сообщества до 2030 года и закреплено в документах Всемирной организации здравоохранения, а также Продовольственной и сельскохозяйственной организации объединённых наций. Данное направление имеет наибольшую актуальность, поскольку сложившаяся тенденция последних десятилетий

вызывает не только потенциальную обеспокоенность, но и реальную угрозу, связанную со значительными потерями продовольствия в цепи поставок «от поля до потребителя», что подчеркивается в публикациях ряда исследователей мирового уровня [12–16].

Одним из перспективных направлений исследований в области минимизации продовольственных потерь является применение ресурсосберегающих технологий переработки зерновых культур. Пророщенное зерно пшеницы имеет ряд положительных свойств и

может оказать большую пользу для организма человека. При употреблении сырьевых ингредиентов, полученных в результате процесса проращивания зерновых культур, происходит укрепление иммунной и сердечно-сосудистой системы, нормализация кислотно-щелочного баланса в желудочно-кишечном тракте, стимулирование окислительно-восстановительных процессов, повышение количества употребляемых витаминов и минеральных веществ, а также улучшение общего физического и эмоционального фона [1]. При этом наибольшую актуальность имеет переработка зерна пшеницы низкого качества, которое малопригодно для получения сортовой муки.

Согласно представленным исследованиям в открытой печати, можно выделить два вида пророщенных зерновых культур: зерно с минимально проросшими ростками длиной до нескольких миллиметров [8–11] и зерно с полностью сформировавшимися зелеными ростками длиной более нескольких сантиметров [3–5]. Разница двух видов пророщенных зерновых культур в том, что первый вид имеет набухшие зерна пшеницы, которые практически готовы к употреблению или к использованию в технологии производства пищевых продуктов, а второй вид – свежая зеленая биомасса ростков.

При проращивании в зерне происходит активизация ферментов, благодаря которым осуществляется расщепление сложных макро- и микроэлементов до более простых, что способствует эффективному и легкому усвоению пищевых веществ организмом человека. Крахмал преобразуется в простейшие сахара, белки в аминокислоты, жиры в жирные кислоты [2]. Зерно пшеницы содержит большое количество клетчатки, которая улучшает работу желудочно-кишечного тракта и помогает выводить из организма токсичные элементы. Также пророщенное зерно пшеницы – богатый источник витаминов (Е, группа витаминов В), минеральных веществ (цинк, медь, фосфор, магний, железо, марганец, кальций и др.), полисахаридов, аминокислот и антиоксидантов [6–9].

Зерно пророщенной пшеницы можно использовать как самостоятельный продукт питания, так и как добавку для расширения пищевого рациона. К примеру, пророщенное зерно актуально и целесообразно вводить в производство продуктов функциональной направленности для повышения пищевой и биологи-

ческой ценности. Такую пшеницу можно использовать как сырьевой ингредиент в рецептурах различных поликомпонентных продуктов питания повышенной пищевой ценности.

В качестве одного из путей реализации внедрения ресурсосберегающих технологий производства можно использовать комбинирование молочных продуктов с продуктами переработки зерновых культур (сырьевого ингредиента – пророщенного зерна пшеницы) (рис. 2).

Таким образом, использование комплексного методологического подхода в технологии получения комбинированных молочных продуктов с продуктами переработки зерновых культур может стать одним из эффективных инструментов уменьшения продовольственных потерь и создания пищевых продуктов повышенной пищевой ценности, отвечающих основным инновационным направлениям развития пищевой промышленности, согласно исследованиям 2021 года, полученным на базе платформы StartUs Insights Discovery.

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.

Литература

1. Алехина, Н.Н. Хлеб повышенной пищевой ценности на основе закваски из биоактивированного зерна пшеницы: монография / Н.Н. Алехина, Е.И. Пономарева, И.А. Бакаева. – Воронеж: ВГУИТ, 2016. – 228 с.
2. Бастриков, Д. Изменение биохимических свойств зерна при замачивании / Д. Бастриков, Г. Панкратов // Хлебопродукты. – 2006. – № 1. – С. 40–41.
3. Глотова, И. А. Влияние источников селена на биохимические процессы при набухании и прорастании зерна пшеницы / И.А. Глотова, Н.А. Галочкина. –// Химия растительного сырья. – 2017. – № 4. – С. 211–216. DOI: 10.14258/jcprgm.2017041849
4. Гончаров, Ю.В. Совершенствование технологии хлеба из проросшего зерна пшеницы / Ю.В. Гончаров, С.Я. Корячкина, Е.А. Кузнецова // Современные аспекты и проблемы рациональной экономики: сб. материалов



Рис. 2. Методологический подход к реализации ресурсосберегающих технологий переработки зерновых культур

междунар. науч.-практ. конф.: в 4 кн. / под ред. Н.И. Лыгиной. – Орел: ГИЭТ, 2005. – Кн. 4. – С. 61–63.

5. Казакова, А.С. Физиологические основы особенностей прорастания семян различающихся по устойчивости к засухе сортов ярового ячменя / А.С. Казакова, М.В. Гайдаш, С.Ю. Козяева // Современная физиология растений: от молекул до экосистем: материалы докл. междунар. конф.: в 3 ч. – Сыктывкар: Коми научный центр УрО РАН, 2007. – Ч. 1. – С. 165–166.

6. Казённова, Н.К. Изменение химического состава зерновых продуктов при проращивании / Н.К. Казённова, Д.В. Шнейдер, И.В. Казённов // Хлебопродукты. – 2013. – № 10. – С. 55–57.

7. Матвеева, Т.В. Физиологически функциональные пищевые ингредиенты для хлебобулочных и кондитерских изделий: монография / Т.В. Матвеева, С.Я. Корячкина. – Орел: Госуниверситет – УНПК, 2012. – 947 с. – ISBN 978-5-93932-457.

8. Науменко, Н.В. Оптимизация условий процесса проращивания зерна пшеницы / Н.В.

Науменко, И.Ю. Потороко, А.В. Малинин, А.В. Цатуров // Научный журнал КубГАУ. – 2019. – № 151 (07). DOI 10.21515/1990-4665-151-017. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2019/07/pdf/17.pdf>.

9. Науменко, Н.В. Продовольственные потери и пищевые отходы в контексте устойчивости продовольственных систем: понятийный аппарат и его применимость / Н.В. Науменко, В.В. Ботвинникова, Е.Е. Науменко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2020. – Т. 8, № 3. – С. 5–11. DOI: 10.14529/food200301

10. Науменко, Н. В. Цельносмолотая мука из пророщенного зерна пшеницы как пищевой ингредиент в технологии продуктов питания / Н.В. Науменко, И.Ю. Потороко, М.Т. Велямов // Вестник ЮУрГУ. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2019. – Т. 7, № 3. – С. 23–30. DOI 10.14529/food190303

11. Шнейдер, Д. Макароны из цельносмолотого и пророщенного зерна пшеницы / Д. Шнейдер // Хлебопродукты. – 2010. – № 8. – С. 46–47.

12. Hellmann, H. Vitamin B6: a molecule

for human health? / H. Hellmann, S. Mooney // *Molecules*. – 2010. – Vol. 15, iss. 1. – P. 442–459. DOI: 10.3390/molecules15010442

13. Hung, P.V. Phenolic acid composition of sprouted wheats by ultra-performance liquid chromatography (UPLC) and their antioxidant activities / P.V. Hung, D.W. Hatcher, W. Barker // *Food chemistry*. – 2011. – Vol. 126, iss. 4. – P. 1896–1901. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.12.015

14. Komyshev, E. Evaluation of the SeedCounter, a mobile application for grain phenotyping / E. Komyshev, M. Genaev, D. Afonnikov // *Frontiers in plant science*. – 2017. – Vol. 7. DOI: 10.3389/fpls.2016.01990. – URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2016.01990/full> (last access: 04.08.2019).

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

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

17. Top 10 Food Technology Trends & Innovations in 2021. – URL: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/top-10-food-technology-trends-innovations-in-2021/>

Науменко Наталья Владимировна, доктор технических наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), Naumenko_natalya@mail.ru

Потороко Ирина Юрьевна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), potorokoi@susu.ru

Гаврилова Карина Сергеевна, студент, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), karina1852@mail.ru

Науменко Екатерина Евгеньевна, студент кафедры инфокоммуникационных технологий, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), 9193122375@mail.ru

Ликсунова Анастасия Дмитриевна, студент, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), ad.liksunova@gmail.com

Поступила в редакцию 14 июля 2021 г.

DOI: 10.14529/food210403

RESOURCE-SAVING GRAIN PROCESSING TECHNOLOGIES AS A BASIS OF FOOD SECURITY IN THE RUSSIAN FEDERATION

**N.V. Naumenko, I.Yu. Potoroko, K.S. Gavrilova,
E.E. Naumenko, A.D. Liksunova**

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The changes caused by restrictive measures due to the spread of the Covid-19 pandemic could not but affect the development of the food industry, both on a global and Russian scale. New trends in food technology mark a shift towards sustainable and personalized food choices. Today, the development of the food industry is focused on the application of efficient, transparent and sustainable technologies, such as Industry 4.0 technologies, throughout the entire food chain. Analysis of the StartUs Insights Discovery, obtained on the basis of the Big Data platform and artificial intelligence, makes it possible to identify ten key innovative areas for the development of

the food industry, including such as: the formation of food raw materials based on alternative sources of protein; active use of biologically active substances to create functional and fortified food products; the use of e-commerce and digital management at all stages of the movement of raw ingredients and finished products; personalization of food rations; digitalization of public catering; the introduction of robotics at the technological stages of production; the use of 3D printers in the creation of food products; as well as minimization of food losses and food waste in order to create global food security. As one of the ways to implement key innovative directions for the development of the food industry, it is proposed to use an integrated methodological approach in technologies for obtaining combined dairy products with processed cereal products, which can become one of the effective tools for reducing food losses and creating food products of increased nutritional value.

Keywords: wheat grain, germination of grain crops, safe raw ingredients, minimization of food losses, resource conservation.

References

1. Alekhina N.N., Ponomareva E.I., Bakaeva I.A. *Khleb povyshennoy pishchevoy tsennosti na osnove zakvaski iz bioaktivirovannogo zerna pshenitsy* [Bread of increased nutritional value based on sourdough from bioactivated wheat grain]. Voronezh, 2016. 228 p.
2. Batrikov D., Pankratov G. [Changes in the biochemical properties of grain during soaking]. *Hleboprodukty* [Khleboprodukty], 2006, no. 1, pp. 40–41. (in Russ.)
3. Glotova I.A., Galochkina N.A. [Influence of selenium sources on biochemical processes during swelling and germination of wheat grain]. *Himiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials], 2017, no. 4, pp. 211–216. (in Russ.) DOI: 10.14258/jcprm.2017041849
4. Goncharov Yu.V., Koryachkina S.Ya., Kuznetsova E.A. [Improving the technology of bread from sprouted wheat grain]. *Sovremennye aspekty i problemy ratsional'noy ekonomiki* [Modern aspects and problems of rational economy: collection of materials of the international scientific and practical conference] in 4 books. Orel, 2005, B. 4., pp. 61–63. (in Russ.)
5. Kazakova A.S., Gaidash M.V., Kozyayeva S. Yu. [Physiological foundations of the peculiarities of seed germination of varieties of spring barley differing in resistance to drought]. *Sovremennaya fiziologiya rasteniy* [Modern plant physiology: from molecules to ecosystems: materials of reports of the international conference: at 3 pt]. Syktyvkar, 2007, Pt. 1, pp. 165–166. (in Russ.)
6. Kazyonnova N.K., Shneider D.V., Kazyonnov I.V. [Changes in the chemical composition of grain products during germination]. *Hleboprodukty* [Bread products], 2013, no 10, pp. 55–57. (in Russ.)
7. Matveeva T.V., Koryachkina S.Ya. *Fiziologicheski funktsional'nye pishchevye ingredienty dlya khlebobulochnnykh i konditerskikh izdeliy* [Physiologically functional food ingredients for bakery and confectionery products]. Orel, 2012. 947 p.
8. Naumenko N.V., Potoroko I. Yu., Malinin A.V., Tsaturov A.V. [Optimization of the conditions for the germination of wheat grain]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU* [Scientific journal KubSAU], 2019, no. 151 (07). (in Russ.) DOI 10.21515/1990-4665-151-017
9. Naumenko N.V., Botvinnikova V.V., Naumenko E.E. Food Losses and Waste in Food Systems Sustainability: the Nomenclature and its Applicability. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2020, vol. 8, no. 3, pp. 5–11. (in Russ.) DOI: 10.14529/food200301
10. Naumenko N.V., Potoroko I.Yu., Velyamov M.T. Sprouted Whole Wheat Grain as a Food Constituent in Food Technology. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2019, vol. 7, no. 3, pp. 23–30. (in Russ.) DOI 10.14529/food190303
11. Schneider D. [Pasta from wholemeal and sprouted wheat grain]. *Hleboprodukty* [Bread products] 2010, no. 8, pp. 46–47. (in Russ.)
12. Hellmann H., Mooney S. Vitamin B6: a molecule for human health? *Molecules*, 2010, vol. 15, iss. 1, pp. 442–459. DOI: 10.3390/molecules15010442
13. Hung P.V., Hatcher D.W., Barker W. Phenolic acid composition of sprouted wheats by ultra-performance liquid chromatography (UPLC) and their antioxidant activities. *Food chemistry*, 2011, vol. 126, iss. 4, pp. 1896–1901. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.12.015

14. Komyshev E., Genaev M., Afonnikov D. Evaluation of the SeedCounter, a mobile application for grain phenotyping. *Frontiers in plant science*, 2017, vol. 7. DOI: 10.3389/fpls.2016.01990. Available at: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2016.01990/full> (last access: 04.08.2019).
15. 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
16. 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
17. *Top 10 Food Technology Trends & Innovations in 2021*. Available at: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/top-10-food-technology-trends-innovations-in-2021/>

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

Karina S. Gavrilova, student, South Ural State University, Chelyabinsk, karina1852@mail.ru

Ekaterina E. Naumenko, Bachelor's Degree student at the Department of Information and Communications Technologies, South Ural State University, Chelyabinsk, 9193122375@mail.ru

Anastasia D. Liksunova, student at the Department Food and Biotechnologies, South Ural State University, Chelyabinsk, ad.liksunova@gmail.com

Received July 14, 2021

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Ресурсосберегающие технологии переработки зерновых культур как основа продовольственной безопасности Российской Федерации / Н.В. Науменко, И.Ю. Потороко, К.С. Гаврилова и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2021. – Т. 9, № 4. – С. 23–29. DOI: 10.14529/food210403

FOR CITATION

Naumenko N.V., Potoroko I.Yu., Gavrilova K.S., Naumenko E.E., Liksunova A.D. Resource-Saving Grain Processing Technologies as a Basis of Food Security in the Russian Federation. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2021, vol. 9, no. 4, pp. 23–29. (in Russ.) DOI: 10.14529/food210403