

УДК 664.6:613.2

Поступила в редакцию 24.09.2025
Received 24.09.2025**Е. Н. Урбанчик, А. Л. Желудков, А. И. Масальцева***Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
г. Могилев, Республика Беларусь***ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ СПОРТИВНЫХ НАПИТКОВ НА ОСНОВЕ ФЕРМЕНТИРОВАННОГО ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА**

Аннотация. Целью работы является научное обоснование выбора и комбинации видов пророщенного ферментированного зерна для создания сухих быстрорастворимых спортивных напитков на основе комплексного анализа их физико-химических, пищевых и функциональных свойств. Актуальность исследования обусловлена растущим глобальным спросом на специализированные продукты для спортивного питания, соответствующие трендам «чистой этикетки» (Clean Label), и необходимостью импортозамещения на рынке ЕАЭС. Проведен сравнительный анализ данных научной литературы (базы PubMed, Scopus, Web of Science, РИНЦ) за 2018–2024 гг. и собственных экспериментальных данных по ключевым свойствам пророщенного цельнозернового зерна гречихи, голозерного овса, гороха и кукурузы. Установлено, что ферментация пророщенного зерна является критически важным технологическим этапом, обеспечивающим снижение содержания антинутриентов (фитиновая кислота – на 50–70 %, ингибиторы протеаз – на 40–60 %), повышение усвояемости белка (на 15–20 %) и биологической ценности, улучшение функционально-технологических свойств (растворимость, стабильность суспензии) и органолептических характеристик. Наибольший потенциал для спортивного питания продемонстрировали пророщенная ферментированная гречиха и голозерный овес. Научно обоснована целесообразность разработки комбинированных смесей для спортивных напитков на основе ферментированной муки из пророщенных гречихи, овса и гороха, обеспечивающих синергетический эффект: медленные углеводы и клетчатку, высококачественный белок с сбалансированным аминокислотным профилем (в т. ч. ВСАА 17–20 % от белка), а также пребиотические и иммуномодулирующие свойства. Продукт соответствует современным рыночным трендам и способствует решению задач импортозамещения.

Ключевые слова: спортивное питание, ферментированное зерно, пророщенное зерно, функциональные напитки, гречиха, овес, горох, пищевая ценность, биодоступность.

E. N. Urbanchik, A. L. Zhaludkou, A. I. Masaltseva*Belarusian State University of Food and Chemical Technologies,
Mogilev, Republic of Belarus***TECHNOLOGICAL AND FUNCTIONAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF SPORTS DRINKS BASED ON FERMENTED SPROUTED GRAIN**

Abstract. The aim of the work is to scientifically substantiate the selection and combination of types of sprouted fermented grain for the creation of dry instant sports drinks based on a comprehensive analysis of their physico-chemical, nutritional and functional properties. The relevance of the study is due to the growing global demand for specialized sports nutrition products that meet the trends of “Clean Label” and the need for import substitution in the EAEU market. A comparative analysis of scientific literature data (PubMed, Scopus, Web of Science, RSCI databases) for 2018–2024 and own experimental data on the key properties of sprouted whole-ground grain of buckwheat, naked oats, peas and corn was conducted. It was found that fermentation of sprouted grain is a critical technological stage that ensures a reduction in the content of antinutrients (phytic acid – by 50–70 %, protease inhibitors – by 40–60 %), an increase in protein digestibility (by 15–20 %) and

biological value, improvement of functional and technological properties (solubility, suspension stability) and organoleptic characteristics. The greatest potential for sports nutrition was demonstrated by sprouted fermented buckwheat and naked oats. The feasibility of developing combined mixtures for sports drinks based on fermented flour from sprouted buckwheat, oats and peas is scientifically substantiated, providing a synergistic effect: slow carbohydrates and fiber, high-quality protein with a balanced amino acid profile (including BCAA 17–20% of protein), as well as prebiotic and immunomodulatory properties. The product corresponds to modern market trends and contributes to the solution of import substitution tasks.

Keywords: sports nutrition, fermented grain, sprouted grain, functional beverages, buckwheat, oats, peas, nutritional value, bioavailability.

Введение. Современный рынок спортивного питания характеризуется динамичным ростом, обусловленным популяризацией фитнеса и здорового образа жизни. Объем мирового рынка в 2022 году оценивался в 41,8 млрд долларов США с прогнозируемыми среднегодовыми темпами роста (CAGR) около 8,5 % до 2030 года [1]. Ключевыми потребительскими трендами являются спрос на продукты с «чистой этикеткой» (Clean Label), растительные белки, функциональность, направленную на здоровье кишечника, и удобство форматов, таких как сухие быстрорастворимые концентраты [2, 3]. В странах ЕАЭС, включая Республику Беларусь, политика импортозамещения создает благоприятные условия для разработки конкурентоспособных отечественных продуктов на основе местного сырья [4, 5].

Одним из наиболее перспективных направлений является использование ферментированного пророщенного зерна. Проращивание активирует эндогенные ферменты зерна, снижая содержание антинутриентов и повышая биодоступность витаминов и минералов [6, 7]. Последующая ферментация, преимущественно молочнокислыми бактериями, является мощным инструментом биотрансформации, обеспечивающим дальнейшее улучшение питательного профиля, функционально-технологических и органолептических свойств продукта [8, 9]. Это позволяет создавать продукты, которые не только удовлетворяют повышенные потребности в нутриентах при физических нагрузках, но и оказывают дополнительное положительное влияние на здоровье, в частности, на микробиоту кишечника [10, 11]. Разработка продуктов на основе комбинаций различного ферментированного зерна позволяет оптимизировать аминокислотный скор и обогатить продукт широким спектром биологически активных соединений [12, 13].

Целью данной работы является комплексный анализ свойств пророщенного ферментированного зерна различных культур (гречихи, голозерного овса, гороха, кукурузы) для научно обоснования разработки рецептур сухих быстрорастворимых спортивных напитков.

Материалы и методы. В работе проведен аналитический обзор современных научных публикаций в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science и РИНЦ за период 2018–2024 гг. Критериями отбора служили наличие данных о влиянии проращивания и ферментации на свойства зерна, результаты клинических и экспериментальных исследований эффективности таких продуктов в спортивном питании. Дополнительно систематизированы собственные экспериментальные данные по сравнительной характеристике физико-химических, биохимических, микробиологических и органолептических показателей пророщенного цельнозернового зерна указанных культур до и после ферментации. Методы статистического анализа включали описательную статистику и сравнительный анализ.

Результаты исследований и их обсуждение. Изучено влияние ферментации на пищевую ценность и функциональные свойства зерна. Проведенный анализ показал, что ферментация является ключевым процессом, значительно улучшающим свойства пророщенного зерна. Основные эффекты представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Влияние ферментации на свойства пророщенного зерна
Table 1. Effect of fermentation on the properties of sprouted grain

Параметр	Изменение в результате ферментации
Фитиновая кислота	Снижение на 50–70 %
Ингибиторы протеаз	Снижение на 40–60 %
Усвояемость белка	Увеличение на 15–20 %
Биологическая ценность	Повышение за счет синтеза витаминов группы В
Индекс растворимости	Увеличение на 15–25 %
Стабильность суспензии	Увеличение на 20–30 %
Органолептические свойства	Улучшение, смягчение горьких нот

Ферментация приводит к глубокой биотрансформации компонентов зерна. Молочнокислые бактерии продуцируют фитазы, гидролизующие фитиновую кислоту, что высвобождает связанные минералы (Mg, Zn, Fe) и повышает их биодоступность [14]. Протеолитическая активность бактерий не только снижает уровень ингибиторов протеаз, но и приводит к образованию биоактивных пептидов с потенциальной антигипертензивной и антиоксидантной активностью [15]. Параллельно происходит синтез витаминов группы В и короткоцепочечных жирных кислот (КЦЖК), что усиливает пробиотический и пребиотический потенциал продукта [16].

Проведен сравнительный анализ сырья для спортивных напитков (табл. 2), на основе которого установлено, что наиболее сбалансированным комплексом свойств для создания спортивных напитков обладают пророщенные и ферментированные гречиха и овес голозерный.

Т а б л и ц а 2. Сравнительная характеристика пророщенного ферментированного зерна для спортивного питания

Table 2. Comparative characteristics of sprouted fermented grain for sports nutrition

Культура	Белок, г/100 г	Пищевые волокна, г/100 г	β-глоканы, %	ГИ I	Ключевые преимущества
Гречиха	12,0–13,5	11,5–12,5	0,5–0,8	45–50	Высокое содержание антиоксидантов (рутин), сбалансированный аминокислотный профиль
Овес голозерный	14,0–16,0	10,0–11,5	4,0–4,8	40–45	Высокое содержание β-глоканов (пребиотик, иммуномодулятор)
Горох	22,0–24,5	14,0–15,5	1,0–1,5	35–40	Высокое содержание белка, богат лизином
Кукуруза	8,5–10,0	7,0–8,5	0,3–0,6	70–75	Высокий ГИ, низкая растворимость, ограниченное применение

Гречиха характеризуется высоким содержанием рутина и других флавоноидов, обладающих антиоксидантной и противовоспалительной активностью, что критически важно для восстановления после нагрузок [17]. Овес является уникальным источником β-глоканов, которые не только модулируют гликемический ответ и снижают уровень холестерина, но и служат мощным пребиотиком, стимулируя рост полезной микробиоты и продукцию КЦЖК [18]. Горох, обладая максимальным содержанием белка, служит ценным источником для обогащения аминокислотного профиля конечного продукта, однако требует дополнительной обработки для улучшения технологических свойств [19]. Кукуруза имеет ограниченное применение из-за высокого гликемического индекса и низкой растворимости.

На основании анализа рекомендована разработка комбинированных смесей. Оптимальным представляется соотношение ферментированной муки из пророщенных гречихи и овса (как основы, обеспечивающей медленные углеводы, клетчатку и функциональные компоненты) с добавлением ферментированной гороховой муки (для обогащения белком). Для оптимизации аминокислотного скора и усиления анаболического отклика возможно добавление изолята сывороточного или горохового белка. Углеводная составляющая может быть представлена мальтодекстрином в комбинации с натуральными низкокалорийными подсластителями (стевия, эритрит) для снижения гликемической нагрузки. Обязательным является обогащение витаминно-минеральным премиксом (Mg, Zn, витамины В₁, В₆, С), биодоступность которых повышена за счет ферментации [20].

Для интегральной визуализации преимуществ предлагаемого решения были систематизированы ключевые параметры и построены соответствующие графики (рис. 1-3).

Присвоенные баллы основаны на комплексном анализе свойств каждого вида сырья, где гречиха демонстрирует высокий потенциал благодаря выраженной антиоксидантной активности (рутин), сбалансированному аминокислотному профилю и низкому гликемическому индексу. Овес получает максимальные оценки за выдающиеся функционально-технологические свойства, обеспечиваемые β-глоканами, низкий ГИ и благоприятные органолептические характеристики. Горох, хотя и лидирует по содержанию белка, уступа-

ет по интегральным показателям из-за менее желательных функциональных свойств (растворимость) и органолептики (возможный бобовый привкус). Кукуруза, в свою очередь, получает низкие баллы по всем ключевым критериям вследствие высокого ГИ, невысокого содержания белка и плохой растворимости, что ограничивает ее применение в продуктах для спортивного питания.

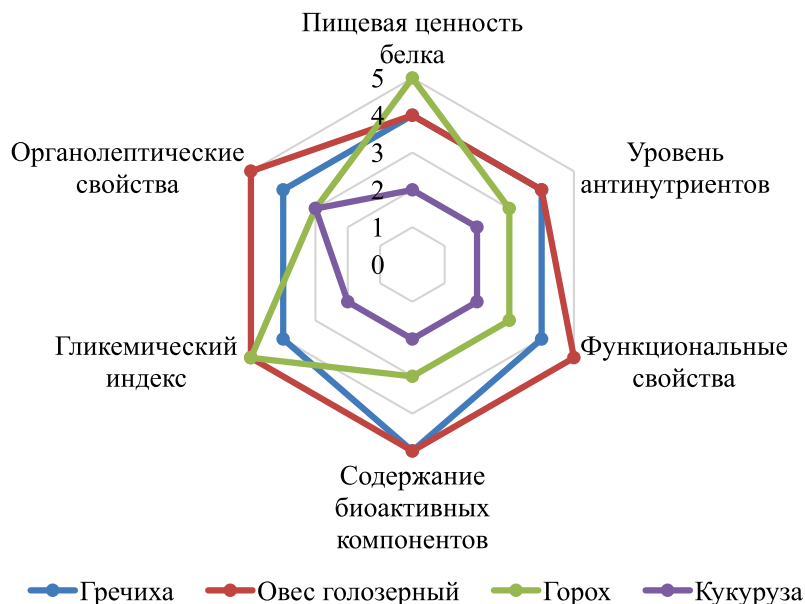


Рис. 1. Сравнительная интегральная оценка потенциала пророщенного ферментированного зерна различных культур для применения в спортивных напитках
 Fig. 1. Comparative integral assessment of the potential of various types of sprouted fermented grain for use in sports drinks

График наглядно показывает, что гречиха и овес образуют наиболее сбалансированные и крупные фигуры, в то время как кукуруза – наименьшую. Горох выделяется по критерию «Белок», но уступает по другим параметрам. Этот график визуализирует выбор именно комбинации гречихи и овса как основы с добавлением гороха.

Соответствие разрабатываемого спортивного напитка на основе ферментированного зерна основным потребительским трендам (по 5-балльной шкале) представлено на рисунке 2.

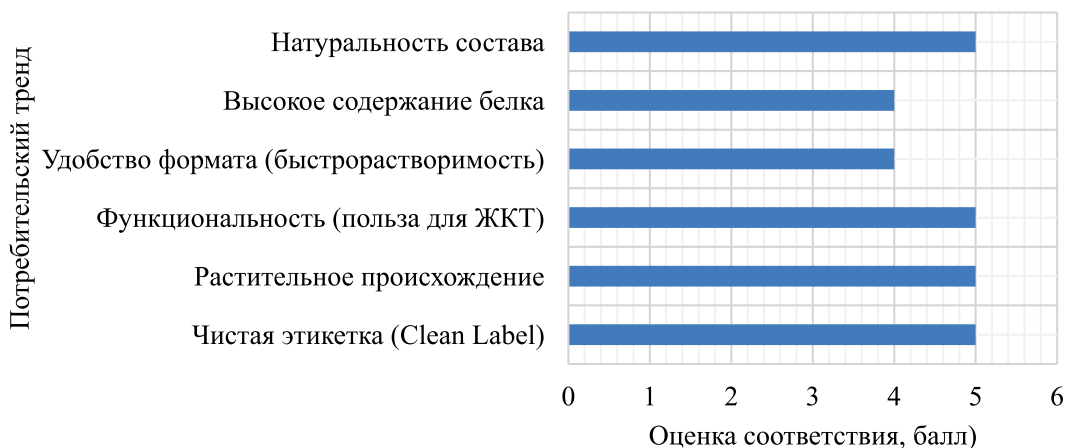


Рис. 2. Соответствие разрабатываемого спортивного напитка на основе ферментированного зерна основным потребительским трендам
 Fig. 2. Compliance of the developed sports drink based on fermented grain with major consumer trends

Представленные данные являются маркетингово-аналитическим обобщением, которое напрямую связывает научные результаты с актуальными рыночными запросами, упомянутыми во введении. График наглядно показывает, что продукт идеально соответствует трендам на чистоту, растительность и функциональность. Оценка «Удобство» и «Белок» равна 4, так как для достижения максимальных показателей может потребоваться небольшая оптимизация (тонкость помола) или добавление белка.

Кумулятивный эффект последовательной технологической обработки (проращивание и ферментация) на повышение биодоступности макро- и микронутриентов в условных единицах представлен на рисунке 3.

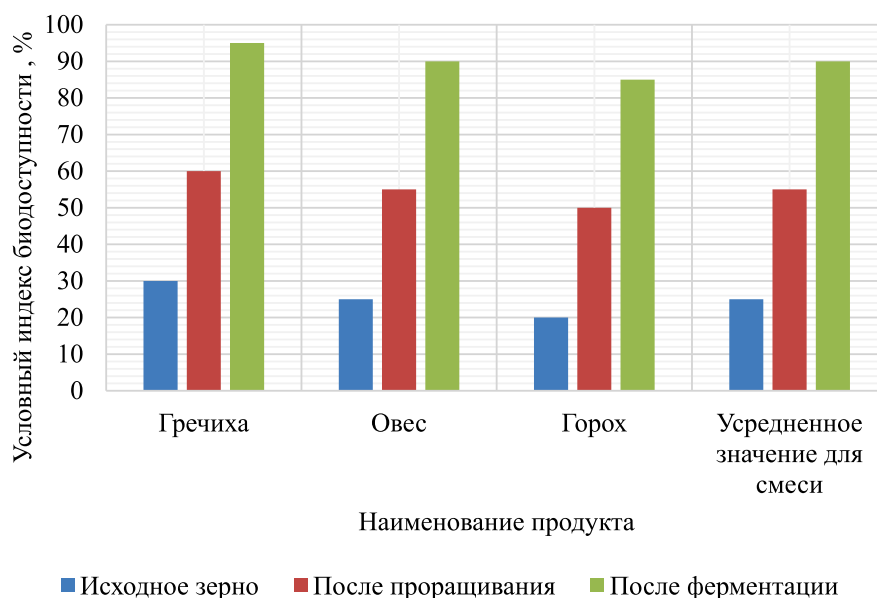


Рис. 3. Кумулятивный эффект последовательной технологической обработки (проращивание и ферментация) на повышение биодоступности макро- и микронутриентов
 Fig. 3. Cumulative effect of sequential technological processing (sprouting and fermentation) on the increase in macro- and micronutrient bioavailability

График показывает рост биодоступности зерна от этапа к этапу. Он визуально подчеркнет важность полного технологического цикла (проращивание и ферментация), описанного в статье, и дает интегральное представление о его эффективности. Показан ярко выраженный кумулятивный рост на каждом этапе. Ферментация дает максимальный прирост, приближая биодоступность к 90-95 %.

Таким образом полученные данные демонстрируют, что комбинация ферментированного пророщенного зерна гречихи, овса и гороха не только компенсирует недостатки отдельных компонентов, но и создает синергетический эффект, обеспечивая высокую пищевую ценность, функциональность и соответствие актуальным рыночным трендам

Заключение. Проведенные исследования позволяют с научной точки зрения обосновать перспективность разработки сухих быстрорастворимых спортивных напитков на основе комбинации ферментированного пророщенного зерна гречихи, овса и гороха. Установлено, что ферментация является необходимым технологическим этапом, обеспечивающим: снижение содержания антинутриентов; повышение биодоступности макро- и микронутриентов; улучшение функционально-технологических свойств (растворимость, стабильность); формирование приятных органолептических характеристик; обеспечение микробиологической безопасности.

Предлагаемый продукт сочетает в себе преимущества медленных углеводов с низким ГИ, высококачественного растительного белка с полным профилем аминокислот, пищевых волокон (β -глюканы) и антиоксидантов. Это соответствует современным глобальным трендам спортивного питания и стратегии импортозамещения в Республике Беларусь, позволяя создать конкурентоспособный отечественный продукт с уникальной потребительской ценностью.

Благодарности. Работа выполнена в рамках выполнения отдельного задания Министерства образования Республики Беларусь на тему «Научное обоснование технологии получения ферментированных зерновых продуктов и их применения в производстве сухих концентратов для спортивного питания», номер госрегистрации 20251216 от 05.08.2025.

Список использованных источников

1. Kerksick, C. M. ISSN exercise sports nutrition review update: research recommendations / C. M. Kerksick, C. D. Wilborn, M. D. Roberts et al. // *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. – 2018. – Vol. 15, no. 1. – P. 38.
2. Asioli, D. Making sense of the «clean label» trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications / D. Asioli, J. Aschemann-Witzel, V. Caputo et al. // *Food Research International*. – 2017. – Vol. 99. – P. 58-71.
3. Батурин, А. К. Актуальные тенденции развития рынка специализированных пищевых продуктов для питания спортсменов / А. К. Батурин, Д. Б. Никитюк // *Вопросы питания*. – 2019. – Т. 88, №4. – С. 14-21.
4. Benincasa, P. Sprouted grains: A comprehensive review / P. Benincasa, B. Falcinelli, S. Lutts et al. // *Nutrients*. – 2019. – Vol. 11, no. 2. – P. 421.
5. Урбанчик, Е. Н. Разработка рецептур концентратов напитков детоксикационного действия на зерновой основе [Текст] / Е. Н. Урбанчик, Н. О. Онгарбаева, Л. В. Шустова // *Механика и технологии / Научный журнал*. – 2024. – №3(85). – С.27-39.
6. Marco, M. L. Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond / M. L. Marco, D. Heeney, S. Binda et al. // *Current Opinion in Biotechnology*. – 2017. – Vol. 44. – P. 94-102.
7. Штерман, С. В. Биотехнологическая модификация растительного сырья для повышения его пищевой ценности / С. В. Штерман, В. И. Пучкова // *Пищевая промышленность: наука и технологии*. – 2020. – Т. 13, №3. – С. 56-67.
8. Dimidi, E. Fermented foods: definitions and characteristics, impact on the gut microbiota and effects on gastrointestinal health and disease / E. Dimidi, S. R. Cox, M. Rossi, K. Whelan // *Nutrients*. – 2019. – Vol. 11, no. 8. – P. 1806.
9. Санникова, Т. А. Современные технологии переработки зерна / Т. А. Санникова, В. М. Позняковский. – Новосибирск: СибУПК, 2018. – 342 с.
10. Sanz-Penella, J. M. Application of bifidobacteria as starter culture in whole wheat sourdough breadmaking / J. M. Sanz-Penella, J. A. Tamayo-Ramos, M. Haros // *Food and Bioprocess Technology*. – 2012. – Vol. 5, no. 6. – P. 2370-2380.
11. Урбанчик, Е. Н. Влияние ферментации на функционально-технологические свойства муки из пророщенного зерна гречихи / Е. Н. Урбанчик, А. И. Масальцева, М. Н. Галдова // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2023. – №2. – С. 87-99.
12. Rizzello, C. G. Improving the antioxidant properties of quinoa flour through fermentation with selected autochthonous lactic acid bacteria / C. G. Rizzello, A. Lorusso, V. Russo et al. // *International Journal of Food Microbiology*. – 2017. – Vol. 241. – P. 252-261.
13. Погожева, А. В. Сохранность витаминов при различных способах кулинарной обработки пищи / А. В. Погожева, О. В. Батурин // *Вопросы питания*. – 2015. – Т. 84, № S1. – С. 86-87.
14. Leblanc, J. G. B-group vitamin production by lactic acid bacteria—current knowledge and potential applications / J. G. Leblanc, J. E. Laiño, M. J. del Valle et al. // *Journal of Applied Microbiology*. – 2011. – Vol. 111, no. 6. – P. 1297-1309.
15. Giménez-Bastida, J. A. Buckwheat as a functional food and its effects on health / J. A. Giménez-Bastida, H. Zieliński // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2015. – Vol. 63, no. 36. – P. 7896-7913.
16. Whitehead, A. Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan: a meta-analysis of randomized controlled trials / A. Whitehead, E. J. Beck, S. Tosh, T. M. Wolever // *The American Journal of Clinical Nutrition*. – 2014. – Vol. 100, no. 6. – P. 1413-1421.
17. Марченко, Е. В. Функциональные пищевые продукты: современное состояние и перспективы развития / Е. В. Марченко, В. М. Позняковский // *Вопросы питания*. – 2019. – Т. 88, №4. – С. 5-13.
18. Зыкина, О. В. Биотехнология ферментированных пищевых продуктов / О.В. Зыкина, И.Н. Семенова. – СПб.: Профессия, 2019. – 456 с.
19. Нетребенко, О. К. Ферментированные продукты на зерновой основе для детского питания / О. К. Нетребенко, И. Я. Конь // *Педиатрия. Журнал им. Г. Н. Сперанского*. – 2018. – Т. 97, № 1. – С. 137-143.
20. Лабутина, О. В. Влияние фитиновой кислоты на минеральный обмен / О. В. Лабутина, А.А. Кочеткова // *Вопросы питания*. – 2017. – Т. 86, № S2. – С. 112-113.

Информация об авторах

Урбанчик Елена Николаевна, кандидат технических наук, доцент, директор института повышения квалификации и переподготовки, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий. (пр. Шмидта, 3, г. Могилев, 212027, Республика Беларусь).

E-mail: urbanchik@tut.by

Желудков Александр Леонидович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научно-методической работе института повышения квалификации и переподготовки, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий. (пр. Шмидта, 3, г. Могилев, 212027, Республика Беларусь).

E-mail: sheludkov@mail.ru

Масальцева Аlesia Игоревна, заведующий научной отраслевой лабораторией зерновых продуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий. (пр. Шмидта, 3, г. Могилев, 212027, Республика Беларусь).

E-mail: masaltseva.alesya@yandex.by

Information about authors

Urbanchik Elena Nikolaevna, Ph.D. (Technical Sciences), Associate Professor, Director of the Institute for Advanced Training and Retraining, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. (3, Schmidt Ave., Mogilev, 212027, Republic of Belarus).

E-mail: urbanchik@tut.by

Zhaludkou Alyaksandr Leonidovich, Ph. D. (Engineering), Associate Professor, Deputy Director for Scientific and Methodological Work at the Institute of Advanced Training and Retraining. Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. (3, Schmidt Str., Mogilev, 212027, Republic of Belarus).

E-mail: sheludkov@mail.ru

Masaltseva Alesya Igorevna, Head of the Scientific Sectoral Laboratory of Grain Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. (3, Schmidt Ave., Mogilev, 212027, Republic of Belarus).

E-mail: masaltseva.alesya@yandex.by