

Сравнительный анализ качества и оценка пригодности биозернового сырья в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения

¹ Самарский государственный технический университет, г. Самара, Российская Федерация

² Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация

В. В. Федорова¹, М. С. Воронина², Е. П. Рящикова¹

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Виктория Владимировна Федорова

E-mail: vikulya_fedorova_2002@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Федорова, В.В., Воронина, М.С., & Рящикова, Е.П. (2025). Сравнительный анализ качества и оценка пригодности биозернового сырья в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 33(4), 112-126. <https://doi.org/10.36107/spfp.2025.4.675>

ПОСТУПИЛА: 12.07.2025

ПРИНЯТА: 15.12.2025

ОПУБЛИКОВАНА: 30.12.2025

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.



АННОТАЦИЯ

Введение: Современные тенденции, прослеживаемые на рынке хлебобулочных изделий, обуславливают необходимость расширения ассортимента продукции, в том числе органической. Исследования качества органически выращенных зерновых культур в России ограничены ввиду малого распространения органического земледелия и недостатка данных, но приобретают актуальность в контексте государственной политики Российской Федерации в отношении производства органической продукции, ориентированной на расширение данного сегмента рынка.

Цель: Проанализировать органически выращенные культуры и продукты их переработки, сопоставить полученные данные с требованиями действующей нормативной документацией России, оценить их пригодность для производства хлебобулочных изделий функционального назначения и расширения ассортимента органической продукции на российском рынке.

Материалы и методы: Объектами исследования были биопшеница яровая сорта Тулайковская-10, биорожь сорта Саратовская-7 и продукты их переработки: мука с диаметром помола 1,0 и 0,5 мм. Оценка качества проводилась в соответствии с общепринятыми методиками для определения органолептических и физико-химических показателей зерновых культур. Был выполнен сравнительный анализ полученных данных на соответствие нормативной документации по данным видам продукции.

Результаты: В ходе анализа было выявлено превышение доли испорченных зерен в образце биопшеницы (3,8 % при норме $\leq 3,0$ %) и фузариозных зерен в образце биоржи (1,2 % при норме $\leq 1,0$ %), остальные показатели были в пределах допустимых значений. Установлена зависимость между степенью измельчения и показателями муки. Для муки из биопшеницы: при уменьшении диаметра частиц с 1,0 до 0,5 мм происходит снижение влажности на 0,5 % (11,2 \rightarrow 10,7), числа падения – на 15 с (215,0 \rightarrow 200,0), кислотное число жира увеличивается а на 1,13 мг КОН/1 г (16,83 \rightarrow 17,96). Для муки из биоржи: снижается число падения на 18 с (226,0 \rightarrow 208,0), кислотное число жира возрастает на 10 мг КОН/1 г (57,33 \rightarrow 67,33).

Выводы: Научная новизна работы заключается в комплексной оценке качества российских органических зерновых культур и продуктов их переработки. Практическая значимость исследования состоит в обосновании возможности применения органических зерновых культур в хлебопечении. Полученные результаты создают научную основу для расширения производства и переработки органических зерновых культур в России и способствуют развитию отечественного рынка органической хлебобулочной продукции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

хлебобулочные изделия; органические культуры; биопшеница; биорожь; биоорганическая мука; органолептический анализ; физико-химический анализ

Comparative analysis of the quality and assessment of the suitability of organic grain raw materials in the technology of functional bakery products

¹ Samara State Technical University (SSTU), Samara, Russian Federation

² Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Victoria V. Fedorova¹, Marianna S. Voronina²,
 Elizaveta P. Ryashchikova¹

CORRESPONDENCE:

Victoria V. Fedorova

E-mail: vikulya_fedorova_2002@mail.ru

FOR CITATIONS:

Fedorova, V.V., Voronina, M.S., & Ryashchikova, E.P. (2025). Comparative analysis of the quality and assessment of the suitability of organic grain raw materials in the technology of functional bakery products. *Storage and Processing of Farm Products*, 33(4), 112-126. <https://doi.org/10.36107/spfp.2025.4.675>

RECEIVED: 12.07.2025

ACCEPTED: 15.12.2025

PUBLISHED: 30.12.2025

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.



ABSTRACT

Introduction: Current trends in the bakery market necessitate the expansion of the product range, including organic products. Research on the quality of organically grown grain crops in Russia is limited due to the low prevalence of organic farming and lack of data, but it is becoming relevant in the context of the Russian Federation's state policy on the production of organic products aimed at expanding this market segment.

Purpose: To analyze organically grown crops, as well as their processed products, followed by a comparative analysis of the data obtained with the regulatory documentation in force in Russia to assess their suitability in the production of functional bakery products and expand the range of organic products on the Russian market.

Materials and Methods: The objects of the study were organic spring wheat of the Tulaykovskaya-10 variety, organic rye of the Saratovskaya-7 variety and products of their processing: flour with a grinding diameter of 1.0 and 0.5 mm. The quality assessment was carried out in accordance with generally accepted methods for determining the organoleptic and physico-chemical parameters of grain crops. A comparative analysis of the data obtained was carried out with regulatory documentation for these types of products.

Results: The analysis revealed an excess of the proportion of spoiled grains in the sample of organic wheat (3.8% at a rate of < 3.0%) and fusarium grains in the sample of organic rye (1.2% at a rate of < 1.0%), the remaining indicators are within acceptable values. The relationship between the degree of grinding and flour parameters has been established: when the particle diameter decreases from 1.0 to 0.5 mm, humidity decreases by 0.5% (11.2 → 10.7), the number of drops by 15 seconds (215.0 → 200.0), an increase in the acid number of fat by 1.13 mg KOH/1 g (16.83 → 17.96) for organic wheat flour; a decrease in the number of drops by 18 c (226.0 → 208.0), an increase in the acid number of fat by 10 mg KOH/1 g (57.33 → 67.33) for organic rye flour.

Conclusion: The scientific novelty of the work lies in a comprehensive assessment of the quality of Russian organic grain crops and their processed products. The practical significance of the study is to substantiate the possibility of using organic grain crops in baking. The results obtained create a scientific basis for expanding the production and processing of organic grain crops in Russia and contribute to the development of the domestic market of organic bakery products.

KEYWORDS

bakery products; organic crops; organic wheat; organic rye; organic flour; organoleptic analysis; physicochemical analysis

ВВЕДЕНИЕ

Хлебобулочные изделия остаются важной составляющей суточного рациона в большинстве стран, включая Россию, где потребление составляет в среднем 59–70 кг/год на душу населения (Benayad et al., 2021; Mesta-Corral et al., 2024). Несмотря на стабильный рост рынка хлебобулочной продукции, наблюдается тенденция к снижению общего потребления при одновременном увеличении интереса к функциональному питанию, ассортимент которого не всегда соответствует современным запросам населения (Князева, 2021; Данько, 2023; Шахрай и др., 2021). Это обуславливает необходимость расширения ассортимента изделий с повышенной пищевой ценностью (Agama-Acevedo et al., 2019).

Популярность органического земледелия активно растет как в России, так и во всем мире (Гурджиев и др., 2025; Жапаров и др., 2022). Это подтверждается принятием и вступлением в силу новых нормативных актов, регулирующих производство органической продукции, таких как Федеральный закон № 280-ФЗ «Об органической продукции», вступивший в силу с 1 января 2020 г. (Ползиков и др., 2024), увеличением числа сертифицированных производителей органической продукции, расширением площадей, отведенных под выращивание органической продукции, ростом спроса на органическую и экологически чистую продукцию (Саратцева и др., 2024). Однако, несмотря на потенциал России как крупнейшего аграрного государства и почти 14-кратное увеличение площади земель под органическое сельское хозяйство в период с 2010 г. по 2020 г., под органическое производство в 2020 г. было занято лишь 615,19 тыс. га земель – 0,16% от общей площади земель сельхозназначения в стране. Доля российских органических сельскохозяйственных земель в мировой структуре площадей, отведенных под органическое производство (74,93 млн. га), составляет менее 1,0% (Криничная, 2022). Основными ограничительными факторами являются высокие затраты на сертификацию, недостаток инфраструктуры для обработки и хранения органической продукции, низкая информированность потребителей о преимуществах органических продуктов (Доценко и др., 2024), ограниченная доступность органической продукции для потребителей, фальсификация товаров, которая обуславливает недоверие потребителей к органическим продуктам и системе сертификации (Войтюк и др., 2024).

Пшеница и рожь традиционно являются основными культурами для хлебопечения и представляют особый интерес в органическом земледелии (Engindeniz et al., 2019; Kettlewell et al., 2023). Россия входит в число крупнейших производителей пшеницы (82,4 млн тонн в 2024 г.) и сохраняет лидирующие позиции на мировом рынке (Буценко и др., 2024). Рожь обладает высокой адаптивностью к неблагоприятным условиям, естественной устойчивостью к болезням и вредителям, что делает ее перспективной для органического земледелия (Поморцев и др., 2023). Помимо технологических преимуществ, ржаные изделия характеризуются низким гликемическим индексом и благотворным влиянием на метаболизм инсулина (Pal et al., 2025), а полученные в органических условиях зерновые культуры отличаются значительно меньшим содержанием пестицидов и тяжелых металлов, что гарантирует потребителям её безопасность (Bergman et al., 2022).

Несмотря на растущий интерес к органическим продуктам, количество исследований, посвященных качеству органически выращенных зерновых культур в России, остается ограниченным. Предыдущие работы по оценке показателей качества органической пшеницы и ржи демонстрируют противоречивые результаты, что связано с различиями в сортах культур, природно-климатических условиях и методах анализа (Chebet, 2021). Для отечественных условий систематические данные о соответствии органолептических и физико-химических показателей органического зерна действующим стандартам практически отсутствуют, что сдерживает развитие технологий производства и переработки органического зерна и его внедрение в промышленное хлебопечение (Хусайнов и др., 2025).

В рамках исследования выполняются комплексная оценка качества российских органических зерновых культур (пшеницы и ржи) и анализ зависимости технологических параметров биоорганической муки от степени помола, чтобы понять, как именно они изменяются, и определить оптимальные режимы переработки для создания подходящего продукта для хлебопечения. Цель данной работы проанализировать органически выращенные культуры (пшеницы и ржи), а также продукты их переработки, сопоставить полученные данные с требованиями нормативной документации, действующей на территории России, для оценки их пригодности для производства хлебобулочных изделий функци-

онального назначения и расширения ассортимента органической продукции на российском рынке.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Оборудование

Образцы биозерновых культур были получены методом отбора проб в соответствии с требованиями ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия» для биопшеницы и ГОСТ 16990-2017 «Рожь. Технические условия» для биоржи. Образцы биоорганической муки были получены путем очистки проб биопшеницы и биоржи от посторонних примесей посредством перемалывания цельных зерен на лабораторной мельнице «ВЬЮГА ЗМТ» отечественного производства от компании «Элтемикс Агро», которая также использовалась для получения проб для исследования. Полученную муку просеивали через лабораторные сита с размером ячеек 1,0 и 0,5 мм.

Материалы

Объектами исследования служили образцы органически выращенных культур: биопшеницы яровой сорта Тулайковская-10, биоржи сорта Саратовская-7, хранившихся до проведения исследования 28 суток в герметичных контейнерах при температуре 18 ± 2 °C и влажности 65 ± 5 %., Непосредственно перед анализом из зерна были получены образцы биоорганической муки.

Методы

Органолептические и физико-химические показатели биопшеницы и биоржи, характеризующие их качество, определяли по общепринятым методикам: запах, цвет, обесцвеченность — по ГОСТ 10967-2019 «Зерно. Методы определения запаха и цвета», массовую долю влаги — по ГОСТ 13586.5-2015 «Зерно. Метод определения влажности», массовую долю белка — по ГОСТ 10846-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка», содержание сорной и зерновой примесей — по ГОСТ 30483-97 «Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и крупности, содержания зерен пшеницы, поврежденных клопом-чере-

пашкой; содержания металломагнитной примеси», типовой состав — по ГОСТ 10940-64 «Зерно. Методы определения типового состава», натуру — по ГОСТ 10840-2017 «Зерно. Метод определения натуры», стекловидность — по ГОСТ 10987-76 «Зерно. Метод определения стекловидности», число падения — по ГОСТ 27676-88 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения», содержание фузариозных зерен — по ГОСТ 31646-2012 «Зерновые культуры. Метод определения содержания фузариозных зерен», кислотность по болтушке — по ГОСТ 10844-74 «Зерно. Метод определения кислотности по болтушке», пленчатость — по ГОСТ 10843-76 «Зерно. Метод определения пленчатости». Показатели образцов биоорганической муки определяли по следующей нормативной документации: запах, цвет, вкус — по ГОСТ 27558-2022 «Мука и отруби. Методы определения цвета, запаха, вкуса и хруста», массовую долю влаги — по ГОСТ 9404-88 «Мука и отруби. Метод определения влажности», число падения — по ГОСТ 27676-88 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения», кислотное число жира — по ГОСТ 31700-2012 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения кислотного числа жира». Так как на сегодняшний день в России нет действующей нормативной документации на данную продукцию, полученные данные сравнивались с нормативной документацией на аналогичный вид продукции: для биопшеницы — ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия», для биоржи — ГОСТ 16990-2017 «Рожь. Технические условия», для органической муки из биопшеницы — ГОСТ 26574-2017 «Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия», для органической муки из биоржи — ГОСТ 7045-2017 «Мука ржаная хлебопекарная. Технические условия».

Процедура исследования

Исследование показателей качества отобранных и подготовленных образцов биозерновых культур и продуктов их переработки (мука) производилось в несколько этапов, включающих органолептический и физико-химический анализы.

Органолептический анализ проводился в условиях дневного освещения (интенсивность 400–600 лк) с использованием средних проб, отобранных в соответствии с требованиями нормативной документации. Для биозерновых культур анализировались

следующие параметры: состояние, запах и цвет; степень обесцвеченности; наличие сорной и зерновой примесей по средней пробе массой 50,0 г; содержание фузариозных зерен по пробе массой 50,0 г после очистки от крупной сорной примеси. Оценка органолептических показателей биоорганической муки включала анализ цвета, запаха, вкуса и выявление минеральных примесей во всех пробах.

Физико-химические исследования образцов биозерновых культур проводились следующим образом: влажность определялась методом высушивания при 105 °С до постоянного веса в навесках массой 5,0 г, отобранных из тщательно перемешанной средней пробы зерна массой 300 г; натура (масса 1 л зерна) измерялась с использованием стандартной воронки и мерного цилиндра; массовая доля белка определялась методом Кьельдаля по навескам массой 0,5 г, взятым из средней пробы зерна массой 50,0 г после ручной очистки от сорной примеси и помола на лабораторной мельнице; число падения измерялось в пробах массой 6,7 г для биопшеницы и 6,5 г для биоржи, отобранных из средней пробы массой 300 г после предварительной очистки и размола; кислотность по болтушке определялась титрованием водной суспензии муки 0,1 н. раствором гидроокиси натрия по пробам массой 5,0 г, отобранным из десяти разных мест тщательно перемешанной средней пробы зерна массой 50,0 г. Для биопшеницы дополнительно определялись стекловидность ручным методом по средней пробе массой 50,0 г и количество клейковины промывкой теста до получения чистой клейковины в навесках массой 25,0 г, выделенных из проб зерна массой 60,0 г после очистки, размола и тщательного перемешивания.

Анализ продуктов переработки включал определение влажности методом высушивания муки в воздушно-тепловом шкафу при 130 °С в течение 40 мин в навесках массой 5,0 г, отобранных из разных мест тщательно перемешанных средних проб; числа падения по методике, аналогичной для зерна; кислотного числа жира методом титрования по пробам массой 10,0 г.

Анализ данных

Все измерения проводились в трехкратной повторности для обеспечения статистической достоверности результатов. При статистической обработке

данных рассчитывали среднее арифметическое значение, стандартное отклонение (SD). Достоверность различий между группами оценивалась с помощью *t*-критерия Стьюдента при уровне значимости $P < 0,05$. Математическая обработка данных осуществлялась с применением программного пакета Microsoft Office Excel 2021.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Органолептический анализ образцов биопшеницы, биоржи и продуктов их переработки

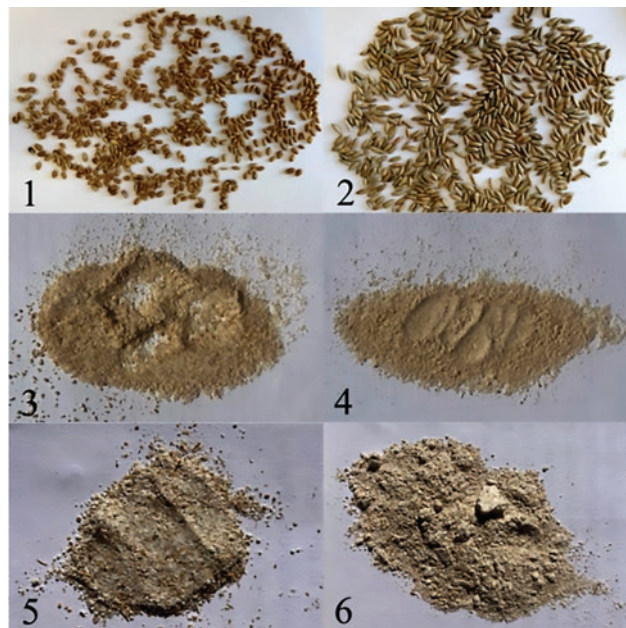
На Рисунке 1 представлен внешний вид исследуемых образцов.

Рисунок 1

Внешний вид исследуемых образцов

Figure 1

The Appearance of the Studied Samples



Примечание. 1 – биопшеница (образец № 1); 2 – биорожь (образец № 2); 3 – органическая мука из биопшеницы (размер сита 1,0 мм; образец № 3); 4 – органическая мука из биопшеницы (размер сита 0,5 мм; образец № 4); 5 – органическая мука из биоржи (размер сита 1,0 мм; образец № 5); 6 – органическая мука из биоржи (размер сита 0,5 мм; образец № 6)

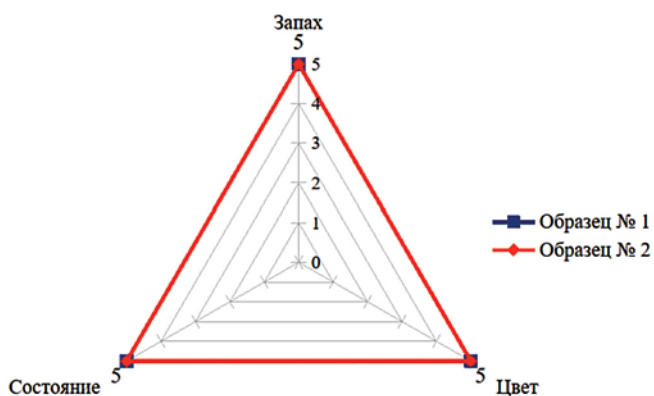
Note. 1 – organic wheat (sample No. 1); 2 – organic rye (sample No. 2); 3 – organic wheat flour (1.0 mm sieve size; sample No. 3); 4 – organic wheat flour (0.5 mm sieve size; sample No. 4); 5 – organic rye flour (sieve size 1.0 mm; sample No. 5); 6 – organic rye flour (sieve size 0.5 mm; sample No. 6)

Рисунок 2

Профилограмма органолептического анализа образцов биозерновых культур

Figure 2

Profigram of Organoleptic Analysis of Samples of Organic Grain Crops



Примечание. Оценка производилась по 5-балльной шкале, где 5 – полное соответствие показателя требованиям нормативной документации; 1 – полное несоответствие.

Note. The assessment was carried out on a 5-point scale, where 5 – full compliance of the indicator with the requirements of regulatory documentation; 1 – complete non-compliance.

Органолептическая оценка зерна является обязательной процедурой в системе контроля качества зернового сырья для пищевой промышленности.

На Рисунке 2 представлена профилограмма органолептического анализа образцов биозерновых культур.

В Таблице 1 представлены результаты органолептического анализа образцов биозерновых культур с оценкой их соответствия требованиям нормативной документации.

Визуальная оценка зерна биопшеницы (Рисунок 1, образец № 1) показала, что зерна имеют эллиптическую форму размером от 3 мм до 6 мм, цвет колеблется от светло-золотистого до насыщенного коричневого. Присутствуют отдельные зерна с признаками поражения. Образец не имеет посторонних запахов, механические примеси отсутствуют (Рисунок 2, образец № 1). Зерна биоржи (Рисунок 1, образец № 2) имеют продолговатую вытянутую форму размером до 10 мм, цвет варьируется от светло-коричневого до зеленоватого и серого. Большинство зерен не имеют видимых повреждений и следов заражения. Наблюдается минимальное количество сорной примеси, визуально зерно выглядит здоровым (Рисунок 2, образец № 2).

Анализ данных Таблицы 1 показал, что в образце биопшеницы выявлено превышение нормативного значения по количеству испорченных зерен, в образце биоржи обнаружено превышение содержания фузариозных зерен, что может быть связано с особенностями органических методов выращивания, ограничивающих применение химических средств защиты растений от болезней и вредителей. По другим органолептическим показателям образцы биозерновых культур соответствуют требованиям действующих стандартов.

На Рисунке 3 представлена профилограмма органолептического анализа образцов биоорганической муки.

Таблица 1

Органолептические показатели образцов биозерновых культур в соответствии с нормативной документацией

Table 1

Organoleptic Parameters of Samples of Organic Grain Crops in Accordance with Regulatory Documentation

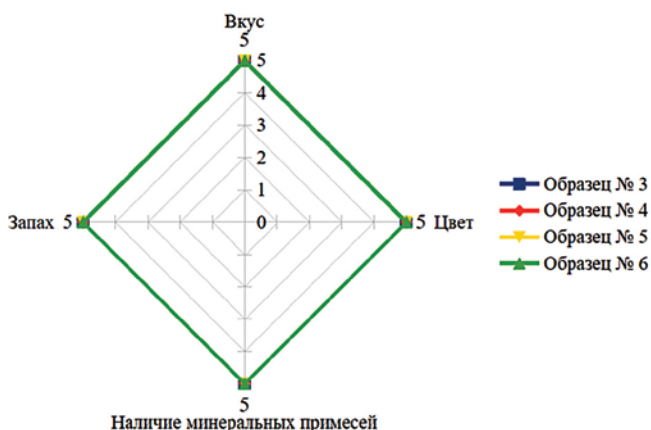
Наименование показателя	Образец № 1		Образец № 2	
	характеристика	соответствие ГОСТ 9353-2016	характеристика	соответствие ГОСТ 16990-2017
Обесцвеченность	Первая степень	Соответствует	Первая степень	Соответствует
Сорная примесь, %	Не обнаружено	Соответствует	0,04 ± 0,2	Соответствует
Испорченные зерна, %	3,8 ± 0,7	Не соответствует	0,60 ± 0,3	Соответствует
Зерновая примесь, %	Не обнаружено	Соответствует	Не обнаружено	Соответствует
Фузариозные зерна, %	1,0 ± 0,3	Соответствует	1,20 ± 0,36	Не соответствует

Рисунок 3

Профилограмма органолептического анализа образцов биоорганической муки

Figure 3

Profilogram of Organoleptic Analysis of Organic Flour Samples



Примечание. Оценка производилась по 5-балльной шкале, где 5 – полное соответствие показателя требованиям нормативной документации; 1 – полное несоответствие.

Note. The assessment was carried out on a 5-point scale, where 5 – full compliance of the indicator with the requirements of regulatory documentation; 1 – complete non-compliance.

При оценке внешнего вида образцов биоорганической муки было выявлено, что мука, просеянная через сито с размером ячеек 1,0 мм (Рисунок 1, образец № 3 и образец № 5), имеет более крупные частицы, что создает визуальную неоднородную структуру с выраженными темными вкраплениями

на светлом фоне эндосперма. Мука, полученная просеиванием через сито с размером ячеек 0,5 мм (Рисунок 1, образец № 4 и образец № 6), характеризуется большей однородностью, в ней практически не наблюдается крупных частиц. Во всех образцах отсутствуют минеральные примеси и посторонние привкусы, запахи (Рисунок 3).

Физико-химический анализ образцов биопшеницы, биоржи и продуктов их переработки

В Таблице 2 представлены физико-химические показатели образцов биозерновых культур.

По данным показателям образцы биопшеницы и биоржи соответствуют нормативным требованиям для данных видов культур.

В Таблице 3 представлены физико-химические показатели образцов биоорганической муки.

Анализ данных Таблицы 3 показал, что при уменьшении размера ячеек сита с 1,0 мм до 0,5 мм наблюдается тенденция к снижению влажности и числа падения, а также повышению кислотного числа жира как для муки из биопшеницы, так и для муки из биоржи. Данные исследования физико-химических показателей образцов биоорганической муки находятся в установленных пределах, регламентируемых соответствующей нормативной документацией.

Таблица 2

Физико-химические показатели образцов биозерновых культур в соответствии с нормативной документацией

Table 2

Physicochemical Parameters of Organic Grain Samples in Accordance with Regulatory Documentation

Наименование показателя	Образец № 1		Образец № 2	
	характеристика	соответствие ГОСТ 9353-2016	характеристика	соответствие ГОСТ 16990-2017
Массовая доля влаги, %	12,0 ± 0,3	Соответствует	10,00 ± 0,3	Соответствует
Натура, г/л	833,0 ± 5,0	Соответствует	681,00 ± 5,0	Соответствует
Стекловидность, %	65,3 ± 5,0	Соответствует		Соответствует
Количество клейковины, %	32,2 ± 0,5	Соответствует	–	Соответствует
Массовая доля белка, %	14,2 ± 0,24	Соответствует	7,80 ± 0,16	Соответствует
Число падения, с	207,0 ± 7	Соответствует	228,00 ± 5	Соответствует
Кислотность по болтушке, °	1,7 ± 0,2	Соответствует	2,00 ± 0,2	Соответствует

Таблица 3

Физико-химические показатели образцов биоорганической муки в соответствии с нормативной документацией

Table 3

Physicochemical Parameters of Organic Flour Samples in Accordance with Regulatory Documentation

Наименование показателя	Образец № 3	Образец № 4	Соответствие ГОСТ 26574-2017	Образец № 5	Образец № 6	Соответствие ГОСТ 7045-2017
Влажность, %	11,20 ± 0,2	10,70 ± 0,2	Соответствует	8,00 ± 0,2	8,00 ± 0,2	Соответствует
Число падения, с	215,00 ± 10	200,00 ± 3	Соответствует	226,00 ± 4	208,00 ± 8	Соответствует
Кислотное число жира, мг КОН/1 г	16,83 ± 1,68	17,96 ± 1,8	Соответствует	57,33 ± 5,73	67,33 ± 6,73	Соответствует

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Качество зерна в условиях органического производства

Проведенный сравнительный анализ полученных данных показал, что органически выращенные зерновые культуры и продукты их переработки в целом соответствуют требованиям действующей нормативной документации. По физико-химическим показателям все образцы полностью соответствуют регламентированным нормам, тогда как по органолептическим параметрам выявлены отклонения по количеству испорченных зерен в биопшенице и содержанию фузариозных зерен в биоржи.

Установленные для биопшеницы значения натуры (833 г/л), стекловидности (65,3%) и количества клейковины (32,2%) свидетельствуют о ее технологической пригодности для получения качественных хлебопродуктов с приемлемыми структурно-механическими свойствами.

Показатели массовой доли белка в зерне биопшеницы (14,2%) и биоржи (7,8%), полученные в данном исследовании, соответствуют требованиям, предъявляемым к сырью для хлебопекарного производства и сопоставимы с данными Tomczyńska-Mleko et al. (2022), где для яровой мягкой пшеницы, возделываемой в органических условиях зафиксированы значения 14,04–15,23%. Показатель числа падения находится в оптимальном диапазоне (200,0–228,0 с), обеспечивающем сбалансированное соотношение ферментативной активности и структурных свойств крахмала, что является ключевым условием для формирования качественных характеристик готового хлеба, включая достаточный объем, эластичность мякиша и оптимальные органолептические показатели (Малкандуев, 2022).

Однако полученные значения ниже, чем в работе Feledyn-Szewczyk et al. (2021), где для органической пшеницы и продуктов переработки на её основе наблюдали значения 256–314 с. Такие расхождения могут указывать на различия в климатических условиях выращивания или сортовой принадлежности зерна. Как отмечают Bernhoft et al. (2012), число падения значительно варьируется в зависимости от погодных условий в период созревания и способов хранения.

Содержание влаги в биопшенице (12,0%), обнаруженное нами, ниже данных, встречающихся в работе Fernández-Canto et al. (2024), которые отмечали 13,26%, что может быть связано с различиями в технологии сушки и условиях хранения. Однако наши результаты согласуются с исследованиями Khokhar et al. (2024), где для пшеницы, выращенной в органических условиях на ферме Латиф при Сельскохозяйственном университете Синда в Тандоджаме, были получены аналогичные значения (11,5–12,0%).

Анализ технологических характеристик зерна подтвердил помольную и хлебопекарную ценность исследованных образцов, что согласуется с выводами других авторов (Feledyn-Szewczyk et al., 2021; Lacko-Bartošová et al., 2022): зерновые культуры, выращенные в ограниченных условиях, в целом соответствуют требованиям качества для мукомольной и хлебопекарной промышленности.

Фитопатологические риски в органически выращенных зерновых культурах

Выявленные отклонения по количеству испорченных зерен для образца биопшеницы (3,8% при норме не более 3,0%) и фузариозных зерен

для биоржи (1,2% при норме не более 1,0%) могут указывать на потенциально повышенную уязвимость культур, выращенных в условиях органического земледелия, к фитопатогенным агентам, что обусловлено ограничениями в применении синтетических пестицидов и удобрений. Полученные данные подтверждают выводы Bernhoft et al. (2012) и Radzikowski et al. (2023) о необходимости разработки специальных стратегий защиты органических посевов от болезней. Эффективная минимизация фитосанитарных рисков в органическом земледелии требует комплексного подхода, включающего оптимизацию севооборотов с увеличением интервалов между посевами одной культуры; подбор сортов с естественной устойчивостью к патогенам; применение биологических препаратов на основе антагонистических микроорганизмов; точное соблюдение сроков уборки урожая. Исследования Feledyn-Szewczyk et al. (2021) и Peigné et al. (2014) демонстрируют, что правильно организованная органическая система земледелия с высоким биоразнообразием и оптимальной аэрацией посевов может обеспечить более низкую инфекционную нагрузку по сравнению с традиционными системами при условии использования адаптированных сортов и соблюдения агротехнологий. Перспективным направлением является селекция сортов, специально адаптированных к условиям органического земледелия, что позволит снизить зависимость от внешних факторов защиты.

Влияние степени помола на физико-химические свойства муки

Полученные экспериментальные данные подтвердили влияние степени помола на качественные характеристики биоорганической муки. Уменьшение размера частиц от 1,0 до 0,5 мм приводит к формированию более однородной структуры муки благодаря удалению крупных фракций. Изменения фиксировались по показателям влажности (снижение на 0,5% для муки из биопшеницы), числу падения (снижение на 15 с для биопшеничной и 18 с для биоржаной муки) и кислотному числу жира (увеличение на 1,13 мг КОН/1 г для биопшеничной и на 10,0 мг КОН/1 г биоржаной муки). Наблюдаемые изменения обусловлены активацией ферментативных и липолитических процессов вследствие механического повреждения крахмальных зерен и клеточных мембран в ходе интенсивного помола

и просеивания. Снижение числа падения указывает на повышение активности α -амилазы и может напрямую влиять на реологические свойства теста, под воздействием высокоактивных протеаз клейковина становится слишком слабой, и тесто сильно расплывается, ухудшается структура мякиша, что особенно критично для биоржаной муки, тогда как рост кислотного числа жира свидетельствует об усилении гидролитических процессов в липидах, что потенциально сокращает сроки хранения муки. Полученные результаты согласуются с данными Pang et al. (2021), свидетельствующими об увеличении содержания поврежденного крахмала при уменьшении размера частиц муки.

Зафиксированные значения параметров находятся в пределах, установленных нормативными документами для данной категории продукции, однако подчеркивают необходимость тщательного подбора и регулировки технологических процессов обработки зерна для получения качественной муки.

Ограничения исследования

Проведенное исследование имеет ряд ограничений, которые следует учитывать. Использовано только одно место отбора проб, что не позволяет оценить региональные особенности качества органического зерна в различных климатических зонах России. Также отсутствует сравнение с традиционно выращенными культурами, что затрудняет оценку специфического влияния органических методов возделывания на качество зерна и муки. В работе не проводился анализ сортовых различий. Наконец, малый объем выборки снижает статистическую значимость и обобщаемость полученных выводов. Для получения более достоверных результатов необходимы исследования с расширенной выборкой, включающей различные сорта культур, выращенных в разных регионах России с применением как органических, так и традиционных методов земледелия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование подтвердило технологическую пригодность органически выращенных зерновых культур для хлебопекарного производства и выявило специфические особенности

их качества. Научная значимость работы заключается в комплексной оценке качества биопшеницы и биоржи в условиях ограниченного распространения органического земледелия в России и недостаточной изученности данного вопроса в отечественной научной литературе. Получена сравнительная характеристика органолептических и физико-химических показателей органического зерна и муки различной степени помола в соответствии с требованиями действующей нормативной документации.

С научной точки зрения показано, что органическое производство обеспечивает получение зерна с оптимальными технологическими характеристиками, однако требует особого внимания к фитосанитарному состоянию культур из-за ограничений в применении синтетических средств защиты, разработки специализированных агротехнологий для органического сектора, учитывающих биологические особенности сортов и региональные особенности фитопатологической обстановки.

С прикладной точки зрения выявленные параметры качества подтверждают пригодность органического зерна для производства хлебобулочных изделий на основе биозернового компонента. Установлено, что степень помола оказывает влияние на функциональные свойства муки, снижение числа падения напрямую влияет на вязкость теста и объем готового хлеба, а увеличение кислотного числа жира может сократить сроки хранения изделий. Полученные данные позволяют оптимизировать технологии производства хлебобулочных изделий из биоорганической муки, варьируя степень помола для достижения необходимых реологических характеристик теста и потребительских свойств конечной продукции.

С методической точки зрения результаты исследования демонстрируют возможность использования существующих нормативных документов для оценки качества органического зерна и продуктов его переработки при условии включения дополнительных параметров контроля фитосанитарного состояния.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются: многофакторный анализ влияния почвенно-климатических условий и сортовых особенностей на качество органического зерна; количественная оценка содержания микро-

токсинов в образцах с повышенным уровнем фузариозного поражения; расширение спектра исследований за счет альтернативных видов культур; проведение комплексного сравнительного анализа органического и традиционного зерна с одинаковыми сортовыми характеристиками для объективной оценки влияния систем земледелия на технологические свойства сырья.

Результаты исследования вносят вклад в развитие устойчивого сельского хозяйства в России, способствуя созданию научно обоснованных рекомендаций по производству экологически чистого сырья для пищевой промышленности. Органические зерновые культуры представляют особую ценность для производства функциональных хлебобулочных изделий благодаря естественному содержанию биологически активных веществ и отсутствию остаточных количеств синтетических пестицидов и удобрений, что соответствует современным запросам на здоровое питание и обеспечение продовольственной безопасности населения в условиях растущего спроса на экологически чистую продукцию.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Виктория Владимировна Федорова: проведение исследования, визуализация, создание рукописи и ее редактирование.

Марианна Сергеевна Воронина: концептуализация, разработка методологии, научное руководство исследованием, создание рукописи и её редактирование.

Елизавета Павловна Рящикова: проведение исследования, визуализация.

AUTHOR'S CONTRIBUTION

Victoria V. Fedorova: investigation; visualization; writing – review & editing.

Marianna S. Voronina: conceptualization; methodology; supervision; writing – review & editing.

Elizaveta P. Ryashchikova: investigation; visualization.

ЛИТЕРАТУРА

- Буценко, И. Н., & Анисимов, Д. П. (2024). Россия на мировом рынке зерна: статистический обзор. *Экономика и бизнес: теория и практика*, 4-1(110), 101–105. <http://dx.doi.org/10.24412/2411-0450-2024-4-1-101-105>
- Войтюк, В. А., Кондратьева, О. В., & Слинко, О. В. (2024). Органическое сельское хозяйство в России: вызовы и возможности. *АгроЭкоИнженерия*, 3(120), 19–32. <http://dx.doi.org/10.24412/2713-2641-2024-3120-19-32>
- Гурджиев, Г., Ахмедов, А., Садыков, Б., & Мамудова, Л. (2025). Устойчивое развитие сельского хозяйства: интеграция традиционных методов и современных технологий. *IN SITU*, 2, 42–44.
- Данько, Н. Н. (2023). Анализ российского рынка хлеба и хлебобулочных изделий. *Экономика и бизнес: теория и практика*, 12-1(106), 54–57. <http://dx.doi.org/10.24412/2411-0450-2023-12-1-54-57>
- Доценко, А. Е., & Емельянов, Г. А. (2024). Устойчивое земледелие: правовые инструменты для поддержки органического сельского хозяйства. *Юриспруденция в теории и на практике: актуальные вопросы и современные аспекты: сборник статей XIX Международной научно-практической конференции* (с. 33–36). Пенза: Наука и Просвещение.
- Жапаров, Г. Д., Момунбеков Г. Д., & Тазабекова Г. А. (2022). Переход от традиционного сельского хозяйства к органическому как инновация в сельском хозяйстве Кыргызской Республики. *Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана*, (3), 181–185. <http://dx.doi.org/10.26104/NNTIK.2022.46.20.031>
- Князева, Д. Д. (2021). Потребление хлеба и хлебобулочных изделий в Российской Федерации. *Наука без границ*, 3(55), 67–73.
- Криничная, Е. П. (2022). Органическое сельское хозяйство России: современное состояние, ключевые проблемы развития и направления государственной поддержки. *Вестник аграрной науки*, 3(96), 99–106. <http://dx.doi.org/10.17238/issn2587-666X.2022.3.99>
- Малкандуев, Х. А., Шамурзаев, Р. И., & Малкандуева, А. Х. (2022). Понятие и требования к качеству зерна пшеницы. *Известия КБНЦ РАН*, 6(110), 203–216. <http://dx.doi.org/10.35330/1991-6639-2022-6-110-203-216>
- Ползиков, Д. А., & Алещенко, В. В. (2024). О стратегии развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года. *Проблемы прогнозирования*, (4), 149–165. <http://dx.doi.org/10.47711/0868-6351-205-149-165>
- Поморцев, А. В., Дорофеев, Н. В., Зорина, С. Ю., Катышева, Н. Б., Соколова, Л. Г., Журавкова, А. С., & Михайлова, Е. В. (2023). Оценка популяционных и гибридных сортов озимой ржи в условиях Восточной Сибири. *Агрономия*, 13, 1431. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy13051431>
- Саратцева, Е. А., & Дабахов М. В. (2024). Органическое сельское хозяйство: перспективы развития в России с учетом международного рынка. *Вестник Московского университета*, 79(2), 136–146. <http://dx.doi.org/10.55959/MSU0137-0944-17-2024-79-2-136-146>
- Хусайнов, Х. А., Завалин, А. А., Чеботарь, В. К., & Елмурзаева, Ф. Д. (2025). Современное развитие и эффективность биологизации земледелия в России. *Международный сельскохозяйственный журнал*, 68(5), 563–566. http://dx.doi.org/10.55186/25876740_2025_68_5_563
- Шахрай, Т. А., Воробьева, О. В., & Викторова, Е. П. (2021). Основные тенденции развития рынка функциональных хлебобулочных изделий. *Новые технологии*, 17(3), 51–58. <http://dx.doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-3-51-58>
- Agama-Acevedo, E., Pacheco-Vargas, G., Gutierrez-Meraz, F., Tovar, J., & Bello-Perez, L. A. (2019). Dietary fiber content, texture, and in vitro starch digestibility of different white bread crusts. *Journal of Cereal Science*, 89, 102824. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102824>
- Benayad, A., Taghouti, M., Benali, A., Aboussaleh, Y., & Benbrahim, N. (2021). Nutritional and technological assessment of durum wheat-faba bean enriched flours, and sensory

- quality of developed composite bread. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(1), 635–642. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.10.053>
- Bergman, C., & Pandhi, M. (2022). Organic rice production practices: Effects on grain end-use quality, healthfulness, and safety. *Foods*, 12(1), 73. <http://dx.doi.org/10.3390/foods12010073>
- Bernhoft, A., Torp, M., Clasen, P.E., Løes, A.K., & Kristoffersen, A.B. (2012). Influence of agronomic and climatic factors on Fusarium infestation and mycotoxin contamination of cereals in Norway. *Food Additives and Contaminants. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 29, 1129–1140. <http://dx.doi.org/10.1080/19440049.2012.672476>
- Chebet, A. (2021). Systematic literature review on organic farming for sustainable agricultural production: Review article. *International Journal of Contemporary Research and Review*, 12(03), 20355–20360. <http://dx.doi.org/10.15520/ijerr.v12i03.891>
- Engindeniz, S., & Bolatova, Z. (2019). A study on consumption of composite flour and bread in global perspective. *British Food Journal*, 123, 1962–1973. <http://dx.doi.org/10.1108/BFJ-10-2018-0714>
- Feledyn-Szewczyk, B., Cacak-Pietrzak, G., Lenc, L., Gromadzka, K., & Dziki, D. (2021). Milling and baking quality of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) from organic farming. *Agriculture*, 11, 765. <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture11080765>
- Fernández-Canto, N., García-Gómez, M. B., Vázquez-Odériz, M. L., Lombardero-Fernández, M., Pereira-Lorenzo, S., & Cobos, Á. et al. (2024). Autochthonous wheat grown in organic and conventional systems: nutritional quality of flour and bread. *Foods*, 13(7), 1120. <https://doi.org/10.3390/foods13071120>
- Kettlewell, P., Byrne, R., & Jeffery, S. (2023). Wheat area expansion into northern higher latitudes and global food security. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 351, 108499. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2023.108499>
- Khokhar, A., Soomro, A. H., Depar, U., & Khaskheli, S. (2024). Comparative analysis of organic and conventional growing systems on physicochemical characteristics and nutritional quality of wheat. *RADS Journal of Food Biosciences*, 2(2), 81–86. <https://doi.org/10.37962/jfbs.v2i2.24>
- Lacko-Bartošová, M., Lacko-Bartošová, L., Kaur, A., & Moudrý, J. (2022). Comparative assessment of agro-morphological and quality traits of ancient wheat cultivars grown under organic farming. *Agriculture*, 12, 1476. <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture12091476>
- Mesta-Corral, M., Gómez-García, R., Balagurusamy, N., León, C. T., & Hernández-Almanza, A. Y. (2024). Technological and nutritional aspects of bread production: An overview of current status and future challenges. *Foods*, 13, 2062. <http://dx.doi.org/10.3390/foods13132062>
- Pal, P., Dey, A., Samanta, S., Ahmed, R., Das, S., Dash, S. K., Das, B., & Purewal, S. S. (2025). Satiety status and health benefiting features of rye-based products. In S. S. Purewal (Ed.), *Rye: Processing, Nutritional Profile and Commercial Uses* (pp. 157–177). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-86613-5_7
- Pang, J., Guan, E., Yang Y., Li, M., & Bian, K. (2021). Effects of wheat flour particle size on flour physicochemical properties and steamed bread quality. *Food Science and Nutrition*, 9(9), 4691–4700. <http://dx.doi.org/10.1002/fsn3.2008>
- Peigné, J., Messmer, M., Aveline, A., Berner, A., Mäder, P., & Carcea, M. et al. (2014). Wheat yield and quality as influenced by reduced tillage in organic farming. *Organic Agriculture*, 4, 1–13. <http://dx.doi.org/10.1007/s13165-013-0055-x>
- Radzikowski, P., Jończyk, K., Feledyn-Szewczyk, B., & Jóźwicki, T. (2023). Assessment of resistance of different varieties of winter wheat to leaf fungal diseases in organic farming. *Agriculture*, 13, 875. <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture13040875>
- Tomczyńska-Mleko, M., Kwiatkowski, C. A., Harasim, E., Leśniowska-Nowak, J., Mleko, S., & Terpiłowski, K. et al. (2022). Influence of farming system and forecrops of spring wheat on protein content in the grain and the physicochemical properties of unsonicated and sonicated gluten. *Molecules*, 27(12), 3926. <https://doi.org/10.3390/molecules27123926>

REFERENCES

- Butsenko, I. N., & Anisimov, D. P. (2024). Russia in the global grain market: A statistical overview. *Economics and Business: Theory and Practice*, 4-1(110), 101–105. <http://dx.doi.org/10.24412/2411-0450-2024-4-1-101-105>
- Voityuk, V. A., Kondratieva, O. V., & Slinko, O. V. (2024). Organic agriculture in Russia: Challenges and opportunities. *Agroecoengineering*, 3(120), 19–32. <http://dx.doi.org/10.24412/2713-2641-2024-3120-19-32>
- Gurdjieff, G., Akhmedov, A., Sadykov, B., & Mamudova, L. (2025). Sustainable agricultural development: Integration of traditional methods and modern technologies. *IN SITU*, 2, 42–44.
- Danko, N. N. (2023). Analysis of the Russian bread and bakery products market. *Economics and Business: Theory and Practice*, 12-1(106), 54–57. <http://dx.doi.org/10.24412/2411-0450-2023-12-1-54-57>
- Dotsenko, A. E., & Yemelyanov, G. A. (2024). Sustainable agriculture: Legal instruments to support organic agriculture. *Jurisprudence in theory and in practice: current issues and modern aspects: collection of articles of the XIX International Scientific and Practical Conference, Penza, August 25, 2024* (p. 33–36). Penza: Science and Education (IP Gulyaev G. Yu.).
- Japarov, G. D., Momunbekov, G. D., & Tazabekova, G. A. (2022). The transition from traditional agriculture to organic agriculture as an innovation in agriculture in the Kyrgyz Republic. *Science, New Technologies and Innovations of Kyrgyzstan*, (3), 181–185. <http://dx.doi.org/10.26104/NNTIK.2022.46.20.031>
- Knyazeva, D. D. (2021). Consumption of bread and bakery products in the Russian Federation. *Science Without Borders*, 3(55), 67–73.
- Krinichnaya, E. P. (2022). Organic agriculture in Russia: Current state, key development issues and areas of government support. *Bulletin of Agrarian Science*, 3(96), 99–106. <http://dx.doi.org/10.17238/issn2587-666X.2022.3.99>
- Malkanduev, H. A., Shamurzaev, R. I., & Malkandueva, A. H. (2022). The concept and requirements for the quality of wheat grain. *Izvestiya KBSC RAS*, 6(110), 203–216. <http://dx.doi.org/10.35330/1991-6639-2022-6-110-203-216>
- Polzikov, D. A., & Aleshchenko, V. V. (2024). On the strategy for the development of organic production in the Russian Federation until 2030. *Problems of Forecasting*, (4), 149–165. <http://dx.doi.org/10.47711/0868-6351-205-149-165>
- Pomortsev, A. V., Dorofeev, N. V., Zorina, S. Yu., Katysheva, N. B., Sokolova, L. G., Zhuravkova, A. S., & Mikhailova, E. V. (2023). Assessment of population and hybrid varieties of winter rye in the conditions of Eastern Siberia. *Agronomy*, 13, 1431. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy13051431>
- Sarattseva, E. A., & Dabakhov M. V. (2024). Organic farming: Development prospects in Russia, taking into account the international market. *Bulletin of the Moscow University*, 79(2), 136–146. <http://dx.doi.org/10.55959/MSU0137-0944-17-2024-79-2-136-146>
- Khusainov, H. A., Zavalin, A. A., Chebotar, V. K., & Elmurzaeva, F. D. (2025). Modern development and effectiveness of biologization of agriculture in Russia. *International Agricultural Journal*, 68(5), 563–566. http://dx.doi.org/10.55186/25876740_2025_68_5_563
- Shakhray, T. A., Vorobyeva, O. V., & Viktorova, E. P. (2021). The main trends in the development of the functional bakery products market. *New Technologies*, 17(3), 51–58. <http://dx.doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-3-51-58>
- Agama-Acevedo, E., Pacheco-Vargas, G., Gutierrez-Meraz, F., Tovar, J., & Bello-Perez, L. A. (2019). Dietary fiber content, texture, and in vitro starch digestibility of different white bread crusts. *Journal of Cereal Science*, 89, 102824. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102824>
- Benayad, A., Taghouti, M., Benali, A., Aboussaleh, Y., & Benbrahim, N. (2021). Nutritional and technological assessment of durum wheat-faba bean enriched flours, and sensory quality of developed composite bread. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(1), 635–642. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.10.053>

- Bergman, C., & Pandhi, M. (2022). Organic rice production practices: Effects on grain end-use quality, healthfulness, and safety. *Foods*, 12(1), 73. <http://dx.doi.org/10.3390/foods12010073>
- Bernhoft, A., Torp, M., Clasen, P.E., Løes, A.K., & Kristoffersen, A.B. (2012). Influence of agronomic and climatic factors on Fusarium infestation and mycotoxin contamination of cereals in Norway. *Food Additives and Contaminants. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 29, 1129–1140. <http://dx.doi.org/10.1080/19440049.2012.672476>
- Chebet, A. (2021). Systematic literature review on organic farming for sustainable agricultural production: Review article. *International Journal of Contemporary Research and Review*, 12(03), 20355–20360. <http://dx.doi.org/10.15520/ijcr.v12i03.891>
- Engindeniz, S., & Bolatova, Z. (2019). A study on consumption of composite flour and bread in global perspective. *British Food Journal*, 123, 1962–1973. <http://dx.doi.org/10.1108/BFJ-10-2018-0714>
- Feledyn-Szewczyk, B., Cacak-Pietrzak, G., Lenc, L., Gromadzka, K., & Dziki, D. (2021). Milling and baking quality of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) from organic farming. *Agriculture*, 11, 765. <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture11080765>
- Fernández-Canto, N., García-Gómez, M. B., Vázquez-Odériz, M. L., Lombardero-Fernández, M., Pereira-Lorenzo, S., & Cobos, Á. et al. (2024). Autochthonous wheat grown in organic and conventional systems: nutritional quality of flour and bread. *Foods*, 13(7), 1120. <https://doi.org/10.3390/foods13071120>
- Kettlewell, P., Byrne, R., & Jeffery, S. (2023). Wheat area expansion into northern higher latitudes and global food security. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 351, 108499. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2023.108499>
- Khokhar, A., Soomro, A. H., Depar, U., & Khaskheli, S. (2024). Comparative analysis of organic and conventional growing systems on physicochemical characteristics and nutritional quality of wheat. *RADS Journal of Food Biosciences*, 2(2), 81–86. <https://doi.org/10.37962/jfbs.v2i2.24>
- Lacko-Bartošová, M., Lacko-Bartošová, L., Kaur, A., & Moudrý, J. (2022). Comparative assessment of agro-morphological and quality traits of ancient wheat cultivars grown under organic farming. *Agriculture*, 12, 1476. <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture12091476>
- Mesta-Corral, M., Gómez-García, R., Balagurusamy, N., León, C. T., & Hernández-Almanza, A. Y. (2024). Technological and nutritional aspects of bread production: An overview of current status and future challenges. *Foods*, 13, 2062. <http://dx.doi.org/10.3390/foods13132062>
- Pal, P., Dey, A., Samanta, S., Ahmed, R., Das, S., Dash, S. K., Das, B., & Purewal, S. S. (2025). Satiety status and health benefiting features of rye-based products. In S. S. Purewal (Ed.), *Rye: Processing, Nutritional Profile and Commercial Uses* (pp. 157–177). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-86613-5_7
- Pang, J., Guan, E., Yang Y., Li, M., & Bian, K. (2021). Effects of wheat flour particle size on flour physicochemical properties and steamed bread quality. *Food Science and Nutrition*, 9(9), 4691–4700. <http://dx.doi.org/10.1002/fsn3.2008>
- Peigné, J., Messmer, M., Aveline, A., Berner, A., Mäder, P., & Carcea, M. et al. (2014). Wheat yield and quality as influenced by reduced tillage in organic farming. *Organic Agriculture*, 4, 1–13. <http://dx.doi.org/10.1007/s13165-013-0055-x>
- Radzikowski, P., Jończyk, K., Feledyn-Szewczyk, B., & Józwicki, T. (2023). Assessment of resistance of different varieties of winter wheat to leaf fungal diseases in organic farming. *Agriculture*, 13, 875. <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture13040875>
- Tomczyńska-Mleko, M., Kwiatkowski, C. A., Harasim, E., Leśniowska-Nowak, J., Mleko, S., & Terpiłowski, K. et al. (2022). Influence of farming system and forecrops of spring wheat on protein content in the grain and the physicochemical properties of unsonicated and sonicated gluten. *Molecules*, 27(12), 3926. <https://doi.org/10.3390/molecules27123926>

ОБ АВТОРАХ

Федорова Виктория Владимировна, магистрант кафедры высшей биотехнологической школы Самарского государственного технического университета (СамГТУ), (443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244), ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1179-1663>, SPIN-код: 1713-9807, AuthorID: 1333429, vikulya_fedorova_2002@mail.ru

Воронина Марианна Сергеевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хранения и переработки плодоовощной и растениеводческой продукции Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А.Тимирязева (РГАУ-МСХА), (127434, Россия, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1537-6751>, Scopus ID: 57223024454, SPIN-код: 5754-6668, AuthorID: 857344, marianna419@rambler.ru

Рящикова Елизавета Павловна, студент кафедры высшей биотехнологической школы Самарского государственного технического университета (СамГТУ), (443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244), ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0381-527X>, liza.r.201106@gmail.com

ABOUT THE AUTHORS

Victoria V. Fedorova, Master's student at the Department of Biotechnology High School of Samara State Technical University (SSTU), (244 Molodogvardeyskaya str., Samara, 443100, Russia), ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1179-1663>, SPIN-код: 1713-9807, AuthorID: 1333429, vikulya_fedorova_2002@mail.ru

Marianna S. Voronina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Technology of Storage and Processing of Fruit and Vegetable and Crop Products, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (RSAU-MTAA), (127434, Russia, Moscow, Timiryazevskaya str., 49), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1537-6751>, Scopus ID: 57223024454, SPIN-код: 5754-6668, AuthorID: 857344, marianna419@rambler.ru

Elizaveta P. Ryashchikova, student of the Department of Biotechnology High School of Samara State Technical University (SSTU), (244 Molodogvardeyskaya str., Samara, 443100, Russia), ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0381-527X>, liza.r.201106@gmail.com