

DOI: 10.12731/2658-6649-2025-17-1-1084

EDN: ZPRLTT

УДК 664.68



Научная статья

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕЛЬНОСМОЛОТОЙ ПШЕНИЧНО-ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

*Р.Х. Кандроков, С.А. Катин, А.О. Сивцев,
Д.Н. Верьемьев, Е.В. Пестова*

Аннотация

Обоснование. В Российской Федерации хлебопекарная и мукомольная отрасли являются опорными для всей пищевой промышленности. Продукция этих отраслей входит в ежедневный рацион питания практически каждого человека в нашей стране. Современные тенденции на здоровое питание в рамках здорового образа жизни заставляют производителей экспериментировать с различными добавками или заменять стандартное сырье для выпечки хлебобулочных изделий на нетрадиционное с аналогичными хлебопекарными достоинствами, но при этом более сбалансированных и обогащенных, например, белковой или витаминной составляющей.

Целью работы является разработка технологических решений использования цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки различного соотношения при производстве хлебобулочных изделий.

Методы. С помощью общепринятых физико-химических и органолептических методов анализировали объекты исследования – образцы цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки различного соотношения и хлебобулочные изделия из них.

Результаты. Разработана технология получения цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки и рецептура формового пшенично-тритикалевого хлеба из нее. Установлено, что с увеличением количества зерна тритикале в помольной пшенично-тритикалевой зерновой смеси происходит снижение выхода пшенично-тритикалевой муки. Наибольший выход цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки получается при добавлении 20 % зерна тритикале и составляет 97,0 %.

Заключение. Установлено, что наибольшее влияние добавление зерна тритикале в помольную смесь оказала на показатели объемного выхода хлеба и его формоустойчивость. При этом объемный выход хлеба снизился на 28,1 %, а формоустойчивость на 35 % по сравнению с хлебом из контрольной пшеничной муки 1-го сорта. Выявлено, что добавление зерна тритикале в пшеницу не оказывало существенного влияния на массу, пористость, влажность и кислотность хлеба из цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки. Наилучшие показатели выявлены у образца из цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки в соотношении 60/40 %, при этом сохраняется типичный вкус ржаного хлеба и добавляется приятный тритикалевый привкус, который можно охарактеризовать как орубянистый с легкой горчинкой.

Ключевые слова: цельносмолотая пшенично-тритикалевая мука; хлебобулочные изделия; показатели качества; зерновая смесь

Для цитирования. Кандроков, Р. Х., Катин, С. А., Сивцев, А. О., Верьемьев, Д. Н., & Пестова, Е. В. (2025). Использование цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки для производства хлебобулочных изделий. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 17(1), 518-543. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2025-17-1-1084>

Original article

USE OF WHOLE GRIND WHEAT-TRITICAL FLOUR FOR PRODUCTION BAKERY PRODUCTS

*R.H. Kandrov, S.A. Katin, A.O. Sivtsev,
D.N. Veremyev, E.V. Pestova*

Abstract

Background. In the Russian Federation, the baking and flour-grinding industries are the backbone of the entire food industry. The products of these industries are included in the daily diet of almost every person in our country. Today's trends towards healthy eating as part of a healthy lifestyle force manufacturers to experiment with various additives or replace standard raw materials for baking baked goods with non-traditional ones with similar baking advantages, but at the same time more balanced and enriched, for example, with a protein or vitamin component.

The **purpose** of the work is to develop technological solutions for the use of whole-ground wheat-triticale flour of various ratios in the production of bakery products.

Methods. Using generally accepted physicochemical and organoleptic methods, we analyzed the objects of study - samples of whole-ground wheat-triticale flour of various ratios and bakery products made from them.

Results. A technology has been developed for producing whole-milled wheat-triticale flour and a recipe for molded wheat-triticale bread from it. It has been established that with an increase in the amount of triticale grain in the milling wheat-triticale grain mixture, the yield of wheat-triticale flour decreases. The highest yield of whole-ground wheat-triticale flour is obtained by adding 20% triticale grain and is 97.0 %.

Conclusion. It was found that the addition of triticale grain to the grinding mixture had the greatest impact on the volumetric yield of bread and its dimensional stability. At the same time, the volumetric yield of bread decreased by 28.1 %, and dimensional stability by 35 % compared to bread made from control 1st grade wheat flour. It was revealed that the addition of triticale grain to wheat did not have a significant effect on the weight, porosity, moisture and acidity of bread made from whole-milled wheat-triticale flour. The best performance was found for a sample made from whole-ground wheat-triticale flour in a ratio of 60/40 %, while maintaining the typical taste of rye bread and adding a pleasant triticale flavor, which can be described as bran with a slight bitterness.

Keywords: whole-milled wheat-triticale flour; bakery products; quality indicators; grain mixture

For citation. Kandrov, R. H., Katin, S. A., Sivtsev, A. O., Veremyev, D. N., & Pestova, E. V. (2025). Use of whole grain wheat-triticale flour for production bakery products. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 17(1), 518–543. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2025-17-1-1084>

Введение

В Российской Федерации хлебопекарная и мукомольная отрасли являются опорными для всей пищевой промышленности. Продукция этих отраслей входит в ежедневный рацион питания практически каждого человека в нашей стране. Сегодняшние тенденции на здоровое питание в рамках здорового образа жизни заставляют производителей экспериментировать с различными добавками или заменять стандартное сырье для выпечки хлебобулочных изделий на нетрадиционное с аналогичными хлебопекарными достоинствами, но при этом более сбалансированных и обогащенных, например, белковой или витаминной составляющей [1].

Популяризация правильного питания в современном мире имеет под собой определенные причины. По данным Всемирной Организации

Здравоохранения на сегодняшний день большинство заболеваний не инфекционной природы вызвано или стимулируется неправильной и несбалансированной моделью питания – результатом несоблюдения распорядка дня, режимов труда и отдыха, обилием разнообразного фастфуда и перекусов на ходу. Проблемы чрезмерного потребления быстрых углеводов заставляет производителей хлебобулочных и мучных кондитерских изделий обратить внимание на использование новых злаковых культур и способов их переработки как источников сырья для производства различных продуктов питания массового спроса [2].

С этой точки зрения, проводятся многочисленные исследования использования перспективной культуры зерна тритикале, как межродового гибрида пшеницы и ржи, сочетающей в себе питательную ценность первого родителя, и неприхотливость и экологическую пластичность второго. Кроме этого, на сегодняшний момент выведены сорта тритикале с повышенным содержанием белка до 17 % и стекловидной структурой зерна, что также положительно влияет на его мукомольные и хлебопекарные достоинства [2; 3; 11; 15].

Тритикале (Triticale) – сельскохозяйственная культура, выведенная селекционерами еще в конце позапрошлого столетия в результате межродовой гибридизации пшеницы (Triticum) с рожью (Secale) [4]. С 1970-х годов прошлого века неприхотливость зерна тритикале к условиям выращивания, экологическая пластичность и потенциал культуры, как в кормовой, так и в пищевой промышленности, привлекло внимание многих ученых, биологов, агрономов, сельскохозяйственных производителей по всему миру, и продолжает привлекать и по сей день [5].

Зерно тритикале имеет стекловидную структуру при содержании белка от 10 до 17 %, из которых 27-28 % водорастворимые (альбумины), 25-26% спирторастворимые (проламины) и 8 % солерастворимые (глобулины). С точки зрения биохимических компонентов зерна тритикале также выделяют высокое содержание углеводов - 68,8 %, среди которых около 3 % клетчатки; 1,5 % жира и 2 % минеральных веществ - золы. Крахмал зерна тритикале в основном состоит из амилопектина – около 76 %, тогда как на амилозу приходится всего 24 % [6; 7].

Сорта тритикале, в зависимости от их биологических свойств, делят на три группы: зерновые, кормовые и зерно-кормовые. Зерно ярового и озимого тритикале, может использоваться для производства муки и выпечки мучных кондитерских изделий, однако основное его использование на сегодняшний день – это как зерновой компонент при производстве

комбикормов [8; 9]. Проанализировав данные ФГБУ «ГосСортКомиссия» - Государственного реестра селекционных достижений, можно сделать вывод о повышенном спросе производителей тритикале на селекцию именно озимых видов. По данным ФГБУ «Россельхозцентр» за период с 2021 по 2023 год в пятерку наиболее востребованных на территории РФ озимых сортов тритикале стали Торнадо (2007), Тихон (2019), Башкирская короткостебельная (2007), Немчиновский-56 (2006) и Алмаз (2012). Из них к кормовым сортам относится только Немчиновский-56 и Торнадо, а все остальные сорта являются пищевыми. Соотношение по объемам высева равно 2,5 тыс. га/3,3 тыс. га, соответственно [10; 11].

Это доказывает большую заинтересованность в тритикале как в сырье для производства продуктов питания, в частности, как муки для хлебопекарной и кондитерской промышленности. Многочисленные исследования в этой области позволили установить следующие оптимальные показатели для зерна при производстве муки: натура – 750-770 г/л, для озимого тритикале допустимо 712-740 г/л; масса 1000 зерен – 30-40 г; стекловидность зерна – более 50 %; содержание белка в зерне – 14-16 % [12-14; 16].

В ходе исследований также были сформулированы требования к тритикалевой муке. Ее количество клейковины должно быть от 28 % и выше; качество клейковины – 45-75 ед. пр. ИДК; число падения на амилотесте – от 200 секунд. При работе с тестом из тритикалевой муки его деформация должна соответствовать пределам от 280 до 400 ус. ед. при валориметрической оценке в 85 ус. ед. Однако, следует отметить, что сорта тритикале с таким повышенным содержанием клейковины встречаются крайне редко, что обусловлено его химическим составом и сортовыми особенностями [15].

Действующий ГОСТ 34142–2017 на тритикалевую муку, разработанный «ВНИИЗ» - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, подразделяет ее на следующие сорта: Т-60, Т-70, Т-80, Т-120, Т-220 в зависимости от органолептических и физико-химических показателей качества [17]. Несмотря на положительные свойства, использование только тритикалевой муки в хлебопечении значительно усложняется тем, что хлебопекарные свойства этой культуры, по результатам анализа большого количества исследований, во многом уступают хлебопекарным свойствам пшеничной муки в т.ч. по содержанию клейковины и ее качеству. При этом наличие активной α -амилазы и высокомолекулярных слизей, доставшихся от зерна ржи, представляют трудности в работе

с тестом из тритикалевой муки. В целях улучшения качества клейковины муки, рекомендуется к зерну тритикале добавлять зерно пшеницы при составлении помольных смесей [18-21].

Существуют также способы обогатить основное сырье хлебопекарной промышленности – пшеничную хлебопекарную муку высшего сорта, изменив способы и параметры помола зерна пшеницы. Мука пшеничная высшего сорта считается наименее полезной с точки зрения пищевой ценности, так как почти полностью состоит из центральной части зерна, которая, в свою очередь, содержит в себе в основном крахмалистые углеводы. Самой же ценной является мука обойная или цельносмолотая, в процессе производства которой в конечном продукте сохраняется вся польза культуры, ее основные макро- и микроэлементы, сосредоточенные, по большей части, в зародыше и алейроновом слое зерна [22-27].

Целью работы является разработка технологических решений использования цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки различного соотношения при производстве хлебобулочных изделий. Для реализации поставленной цели работы необходимо выполнить следующие задачи:

- исследовать возможность применения в хлебопечении муки цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки различного соотношения и выявление наиболее оптимального соотношения этих культур, при котором происходит положительное влияние на ее хлебопекарные достоинства и позволит повысить пищевую ценность готового изделия;
- произвести лабораторный обойный помол пшенично-тритикалевой зерновой смеси в соотношениях компонентов пшеницы и тритикале: 80 % на 20 %, 70 % на 30 %, 60 % на 40 % и 50 % на 50 %;
- исследовать физико-химические и хлебопекарные свойства полученных образцов цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки, проведение пробных лабораторных выпечек и анализ готовых хлебобулочных изделий;
- провести органолептическую оценку полученных хлебобулочных изделий с помощью дегустационной комиссии.

Научная новизна работы заключается в разработке новой технологии совместного помола зерна пшеницы и тритикале в цельносмолотую пшенично-тритикалевую муку, а также использования ее в качестве замены пшеничной хлебопекарной муки первого сорта при приготовлении хлебобулочных изделий с целью расширения ассортимента.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования применяли зерно яровой пшеницы сортов «Радмира» и «Юбилейная», а также зерно озимой пшеницы сортов «Немчиновская 85» и «Немчиновская 24» урожая 2022 года, из которых составлена помольная смесь в равном долевом соотношении 25:25:25:25. Показатели качества зерна пшеницы различных сортов – компонентов помольной смеси представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Показатели качества исходного зерна пшеницы - компонентов пшенично-тритикалевой помольной смеси

Показатели качества зерна	яровая пшеница Радмира	яровая пшеница Юбилейная	озимая пшеница Немчиновская 85	озимая пшеница Немчиновская 24
Масса 1000 зерен, г	28,86	35,92	31,04	48,46
Натура, г/л	722,8	718,2	599,7	738,4
Влажность, %	13,3	12,1	14,2	14,9
Кислотность, град	2,8	2,8	3,4	2,4
Зольность, %	1,89	1,68	1,73	1,79
Число падения, с	426	353	352	361
Содержание клейковины, %	14,91	19,95	23,21	22,93
Качество клейковины, ед. прибора ИДК	83,2	81,0	74,4	75,5

Кроме зерна пшеницы, объектами наших исследований служили зерно озимого тритикале сортов «Консул», «Слон», «Нина» и «Немчиновский 56» урожая 2022 года, из которых составлена помольная смесь в равном долевом соотношении 25:25:25:25. Показатели качества зерна тритикале различных сортов – компонентов помольной смеси представлены в таблице 2.

В качестве основного сырья использовали: мука цельнозерновая пшенично-тритикалевая в соотношении компонентов 50/50; мука цельнозерновая пшенично-тритикалевая в соотношении компонентов 60/40; мука цельнозерновая пшенично-тритикалевая в соотношении компонентов 70/30; мука цельнозерновая пшенично тритикалевая в соотношении компонентов 80/20; мука пшеничная хлебопекарная первого сорта «СИТНО» от компании АО «Магнитогорский комбинат хлебопродуктов – СИТНО».

Помимо смолотой на базе лаборатории кафедры «Зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий» РОСБИОТЕХ цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки, характеристики которой представлены ниже в

таблице 4, к основному сырью, используемой в данной работе, относятся также дрожжи хлебопекарные прессованные «Люкс Экстра» от компании ООО «САФ-НЕВА» и соль пищевая «Экстра» от комбината ООО «Руссоль». Дополнительным сырьем послужили следующие компоненты: сахар белый «Русский» от компании АО «Сахарный комбинат «Отрадинский»; маргарин сливочный «Хозяюшка» и «Нижегородский» 60 % от компании АО «НМЖК».

Таблица 2.

**Показатели качества исходного зерна тритикале - компонентов
пшенично-тритикалевой помольной смеси**

Показатели качества зерна	Тритикале озимый Консул	Тритикале озимый Слон	Тритикале озимый Нина	Тритикале озимый Немчиновский 56
Масса 1000 зерен, г	42,76	47,06	35,48	39,88
Нагура, г/л	687,8	685,3	597,5	757,3
Влажность, %	13,3	13,5	14,0	13,9
Кислотность, град	4,0	3,2	4,4	3,2
Зольность, %	1,75	1,69	1,73	1,81
Число падения, с	106	226	102	112
Содержание клейковины, %	5,61	21,85	4,52	20,1
Качество клейковины, ед. прибора ИДК	-	79,3	-	105,2

Пшенично-тритикалевая мука анализировалась по показателям влажности, кислотности, автолитической активности ферментов, а также количественным и качественным показателям клейковины в соответствии с действующей нормативной документацией. Показатель массовой доли влаги муки определяли по ГОСТ 9404-88 «Мука и отруби. Метод определения влажности». Показатель кислотности определяли титрованием мучной болтушки щелочью по ГОСТ 27493-87. Автолитическую активность или число падения (ЧП) определяли на приборе – амилотест, по суспензии, навеска образца для которой бралась соответственно полученной влажности муки. Количество клейковины определяли отмыванием вручную и взвешиванием сырой клейковины по ГОСТ 31699-2012, а качество на приборе ИДК в соответствии с требованиями ГОСТ 27839-2013. Все анализы проводили также в двух повторностях с высчитыванием средней величины. Статическая обработка полученных экспериментальных данных проводилась с помощью программного обеспечения Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

На первом этапе исследований были проведены лабораторные помолы зерна пшеницы и тритикале различного соотношения в цельносмолотую муку. Для этого составили помольных зерновые смеси в следующих процентных соотношениях зерна пшеницы и тритикале: 50/50 и 60/40, 70/30 и 80/20. После составления помольных смесей проводили гидротермическую обработку образцов методом холодного кондиционирования с расчетным увлажнением до зерна до влажности 14-14,5 % и отволаживанием в течение 16 часов.

Составление помольных партий на этапе подготовки заключалось в смешивании зерна пшеницы четырех различных сортов: ярового Радмира, ярового Юбилейная, озимого Немчиновской-85 и Немчиновской-24, в равных долях по 25 % от общей массы зерна. Как и пшеничный компонент, зерно тритикале смешивали в идентичных пропорциях – по 25 % каждого сорта (озимых Консул, Слон, Нина и Немчиновский 56) к общей массе тритикалевой составляющей.

Технологическая схема помола зерновых смесей состояла всего из двух размольных систем и производился на лабораторной ножевой мельнице «Kitchen, Dining & Bar». Просеивание полученной осуществляли на лабораторном расесе с частотой вращения 200 оборотов в минуту с использованием полиамидного сита для высевания цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки различного соотношения с размером отверстия ячеек 220 мкм в течение 8 минут.

Полученные экспериментальные данные по выходу цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки, отрубей и промежуточных продуктов измельчения представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Материальный баланс помола пшенично-тритикалевой зерновой смеси

Выхода продуктов	Соотношение зерна пшеницы и тритикале, %			
	50/50	60/40	70/30	80/20
	Количество полученных продуктов, %			
Мука с 1-ой размольной системы, %	78,0	79,0	77,0	79,0
Промежуточные продукты измельчения после 1-ой размольной системы, %	22,0	21,0	23,0	21,0
Мука со 2-ой размольной системы, %	17,0	17,0	19,0	18,0
Всего цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки, %	95,0	96,0	96,0	97,0
Отруби после 2-ой размольной системы, %	5,0	4,0	4,0	3,0

На следующем этапе исследований определили физико-химические показатели качества полученных образцов цельносомлотой пшенично-тритикалевой муки в различных соотношениях. Физико-химические показатели качества цельносомлотой пшенично-тритикалевой муки в различных соотношениях представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Физико-химические показатели качества цельносомлотой пшенично-тритикалевой муки в различных соотношениях

Соотношение цельносомлотой пшенично-тритикалевой муки	Влажность, %	Кислотность, град.	Зольность, %	Число падения, ЧП	Клейковина	
					Количество, %	Качество, ед. ИДК
50/50	14,2	8,8	1,89	63	18,56	75,5
60/40	14,4	7,5	1,82	67	20,24	67,9
70/30	14,1	7,0	1,78	66	22,36	68,4
80/20	14,3	6,7	1,74	111	24,40	72,1

Влияние соотношения пшеницы и тритикале на качество полученных образцов цельносомлотой пшенично-тритикалевой муки представлены на рисунках 1, 2, 3 и 4.

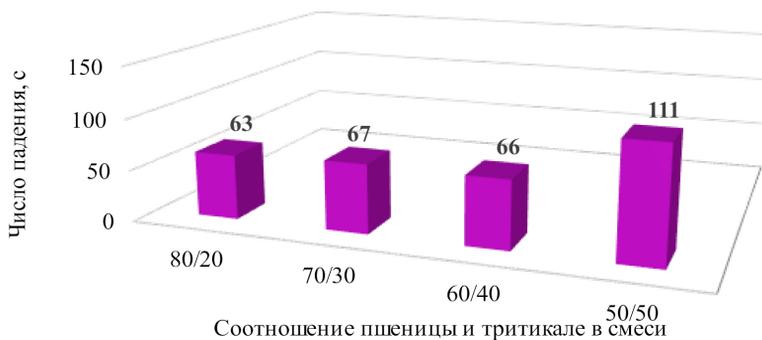


Рис. 1. Влияние соотношения пшеницы и тритикале на число падения цельносомлотой пшенично-тритикалевой муки

Из графиков можно отметить, что с увеличением количества тритикалевого компонента в помольной смеси происходит повышение влажности и кислотности цельносомлотой пшенично-тритикалевой муки. Особенно хорошо это заметно на примере скачка показателя при сравнении 60/40 и 50/50 процентного содержания в смеси пшеницы к тритикале на 0,8 % и 1,3 град.,

соответственно. Можно отметить уменьшение количества клейковины с добавлением тритикалевого компонента, при этом, однако, заметно резкое улучшение качества клейковины с наибольшим содержанием тритикале в смеси.



Рис. 2. Кислотность цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки различного соотношения



Рис. 3. Содержание клейковины в цельносмолотой пшенично-тритикалевой муке различного соотношения

На следующем этапе исследований были проведены пробные лабораторные выпечки пшенично-тритикалевого хлеба из полученных образцов цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки различного соотношения. Рецепт пшенично-тритикалевого хлеба была разработана на примере

рецептуры формового хлеба из пшеничной муки 1-го сорта из сборника рецептов на хлеб и хлебобулочные изделия [14]. При расчете рецептуры учитывалось как основное, так и вспомогательное сырье, и потому были изменены процентные содержания некоторых компонентов, таких как дрожжи прессованные хлебопекарные, маргарин и сахар. Таким образом, пшенично-тритикалевый хлеб и контрольный образец из пшеничной муки 1-го сорта выпекали по рецептурам, приведенным в таблицах 5 и 6.

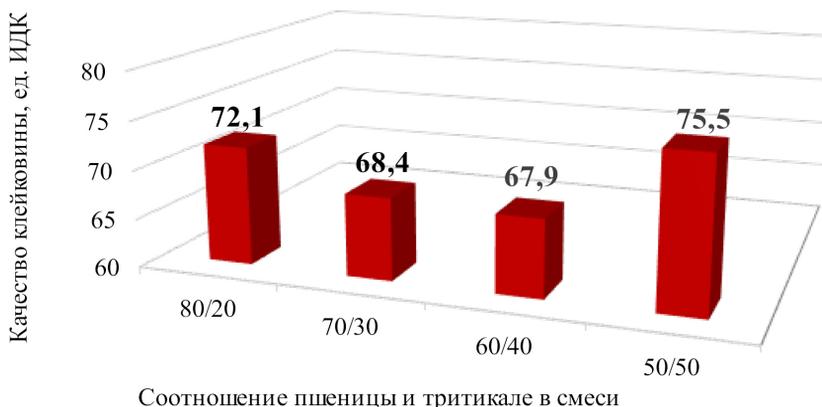


Рис. 4. Качество клейковины цельнозерновой пшенично-тритикалевой муки различного соотношения

Таблица 5.

Рецептура пшенично-тритикалевого хлеба для пробной выпечки из цельнозерновой муки различного соотношения

Рецептурные компоненты пшенично-тритикалевого хлеба	Количество сырья для приготовления теста по вариантам, %				
	К	80/20	70/30	60/40	50/50
Мука пшеничная (1 сорт)	0,400	-	-	-	-
Мука пшенично-тритикалевая (80/20)	-	0,400	-	-	-
Мука пшенично-тритикалевая (70/30)	-	-	0,400	-	-
Мука пшенично-тритикалевая (60/40)	-	-	-	0,400	-
Мука пшенично-тритикалевая (50/50)	-	-	-	-	0,400
Соль пищевая	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Дрожжи прессованные хлебопекарные	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Сахар белый	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Маргарин	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Вода	0,228	0,228	0,238	0,248	0,248

Все сырье взвешивалось на лабораторных весах GP 3100 Sartorius. Дрожжи предварительно растворяли в 1/3 воды и вносили в виде дрожжевой суспензии при замесе теста. Замес теста производили на тестомесильной машине «KENWOOD» в течение 5 минут в два этапа – тихоходный (1-ый скоростной режим – 3 минут) и интенсивный замес (2-ой скоростной режим – 2 минут). При замесе использовали специальную насадку - крюк для теста. Время брожения теста составило в целом 2 часа, при этом после первого часа брожения совершалась обминка теста. Брожение осуществлялось при температуре 35 °С.

После брожения осуществлялось формование на подовый (200 г теста) и формовой (400 г теста) хлеб. Под и стенки формы предварительно смазывались подсолнечным маслом. Далее тестовые заготовки отправлялись на окончательную расстойку при температуре 40 °С. Примерное время расстойки составило 40 мин и дольше. Выпечка тестовых заготовок осуществлялась в печи при 220 °С на поде - 20 мин, а в форме – 25 мин. Внешний вид пшенично-тритикалевого хлеба из цельносомлотой муки различного соотношения сразу после выпечки представлен на рисунке 5.



Рис. 5. Внешний вид хлеба из цельносомлотой пшенично-тритикалевой муки различного соотношения

На следующем этапе исследований определили физико-химические показатели хлеба из цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки различного соотношения. Физико-химические анализы полученных образцов хлеба проводили на базе исследовательской лаборатории кафедры «Зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий» ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» в соответствии с требованиями ГОСТ на следующие сутки после выпечки.

Хлеб взвешивали на лабораторных весах по методике из ГОСТ 5667-65; объем полученных изделий измеряли с помощью прибора для измерения объема хлеба ОХЛ-2 и мерного цилиндра. Формоустойчивость (H/D) определяли у подовых образцов на специальной линейке с миллиметровыми делениями как отношение высоты к диаметру. Определение упругих свойств мякиша и его деформации производилось на структурометре «Структурометр СТ-1» путем измерения 10 точек автоматическим надавливанием поршня в мякиш куска анализируемого хлеба и вычислением средних арифметических показателей общей деформации, а также упругой и пластической деформаций мякиша (в таблице 7 - Δ Нобщ, Δ Нупр и Δ Нпл, соответственно).

Определение пористости мякиша проводили по требованиям ГОСТ 5669-96. Из кусков хлеба, отобранных для измерения упругости и пластичности мякиша, при помощи цилиндра из прибора Журавлева сделали 3 пробы, обрезали и одновременно взвешивали [8].

Результаты физических и физико-химических анализов образцов хлеба из контрольной пшеничной хлебопекарной муки 1-го сорта и из цельносмолотой тритикалево-пшеничной муки в различных соотношениях 50/50, 60/40, 70/30 и 80/20 после пробной лабораторной выпечки, представлены в таблице 7.

Как видно из таблицы 7, наибольшее влияние добавление зерна тритикале в помольную смесь оказала на показатели объемного выхода хлеба и его формоустойчивость. При этом объемный выход хлеба снизился на 28,1%, а формоустойчивость на 35 % по сравнению с хлебом из контрольной пшеничной муки 1-го сорта. Выявлено, что добавление зерна тритикале в пшеницу не оказывало существенного влияния на массу, пористость, влажность и кислотность хлеба из цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки.

Органолептическая оценка полученных изделий проводилась специальной комиссией в составе 8 человек, основываясь на показателях ГОСТ Р 58233-2018 «Хлеб из пшеничной муки. Технические условия». При этом оценивались внешний вид, мякиш, вкус и запах пшенично-тритикалевого хлеба из контрольной муки 1-го сорта и цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки различного соотношения [15].

Таблица 7.

Физические и физико-химические показатели формового хлеба из контрольной муки 1-го сорта и цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки различного соотношения

Продукт, соотношение	Физико-химические показатели								
	Масса, кг	Объем, л	Формоустойчивость, Н/D	Свойства мякиша, ед. прибора			Пористость, %	Влажность, %	Кислотность, град.
				ΔНобщ	ΔНпл	ΔНупр			
Контроль	0,363	0,96	0,43	22,56	13,04	9,52	70	44,0	3,10
50/50	0,358	0,69	0,28	13,72	8,27	5,45	72	43,3	4,00
60/40	0,362	0,77	0,31	13,89	8,30	5,59	69	43,7	4,30
70/30	0,361	0,82	0,31	16,81	9,96	6,85	67	44,2	4,75
80/20	0,357	0,84	0,38	18,72	10,86	7,86	68	44,3	5,30

Органолептические показатели контрольного образца хлеба полностью соответствуют показателям ГОСТ Р 58233-2018: форма правильная, соответствующая форме, в которой производили выпечку, изделие с выпуклой поверхностью, без подрывов и трещин, светло-желтого цвета, равномерно по всей корке, слегка подрумяненное сверху и представлены в таблице 8. Мякиш пропеченный, на ощупь не влажный, эластичный, с равномерной хорошо развитой пористостью; следов непромеса и комочков замечено не было. Вкус и запах соответствуют данному виду изделия, без посторонних привкусов и запахов [12].

Таблица 8.

Органолептические показатели качества пшенично-тритикалевого хлеба из контрольной муки 1-го сорта и цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки различного соотношения

Органолептические показатели	Соотношение пшеницы и тритикале 80/20	Соотношение пшеницы и тритикале 70/30	Соотношение пшеницы и тритикале 60/40	Соотношение пшеницы и тритикале 50/50
Внешний вид				
Форма	Соответствующая форме, в которых выпекался хлеб, с выпуклой верхней корки, без боковых выплывов			
Поверхность	Без крупных трещин и подрывов			
Цвет	Серо-коричневый			Более интенсивный в сравнении с другими образцами

Мякиш					
Пропеченность	Мякиш хлеба пропеченный, эластичный. По мере увеличения процентного содержания тритикале влажность мякиша на ощупь увеличивается				
Промесс	Следы непромеса и комочки отсутствуют				
Пористость	Развитая, равномерная, без пустот и уплотнений		Неравномерная, толстостенная		
Запах	Свойственный данному виду изделия, без посторонних ароматов. С увеличением пропорции тритикале появляется сладость в запахе				
Вкус	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса	Во вкусе ощущается небольшая кислинка, вкус хлеба более насыщенный	В послевкусии ощущается легкая приятная горчинка	Вкус хлеба более кислый, в сравнении с остальными образцами, присутствует вкус отрубей	

Как видно из таблицы, влажность мякиша на ощупь пшенично-тритикалевого хлеба из цельносомлотой муки увеличивается прямо пропорционально процентному соотношению тритикалевого компонента, что, очевидно, является результатом его способности связывать большее количество воды, в сравнении с пшеничным компонентом. Исходя из общепринятых требований при оценке органолептических характеристик качества хлеба, также особое внимание уделяют разжевываемости мякиша, хотя этот показатель не регламентируется действующим стандартом. При проведении дегустации полученных образцов пшенично-тритикалевого хлеба было отмечено увеличение комкуемости, влажности и клейкости мякиша с увеличением содержания тритикале в композитной мучной смеси, из которой изготавливался хлеб. Кроме того, выявлено, что при увеличении количества тритикалевого компонента в смеси отмечается повышение неоднородности текстуры мякиша хлеба. На рисунках 6 и 7 представлены изображения полученного формового и подового попарно, а также вид в разрезе выпеченных образцов хлеба после остывания в течение суток.

На заключительном этапе исследований группе дегустаторов из 8 человек было предложено по 10 бальной системе оценить полученные хлебобулочные изделия из цельносомлотой пшенично-тритикалевой муки по различным сенсорным показателям: форме изделий, поверхности, виду в изломе, вкусу, цвету и запаху. На основе полученных данных была составлена диаграмма-многоугольник органолептических показателей для пшенично-тритикалевого хлеба из полученных образцов цельносомлотой

пшенично-тритикалевой муки различного соотношения, представленная на рисунке 8.



Рис. 6. Пшенично-тритикалевый хлеб после отлежки в 24 часа в подовом и формовом виде в соотношениях 80/20, 70/30, 60/40 и 50/50



Рис. 7. Пшенично-тритикалевый хлеб: вид в разрезе (слева-направо: 80/20, 70/30, 60/40, 50/50)

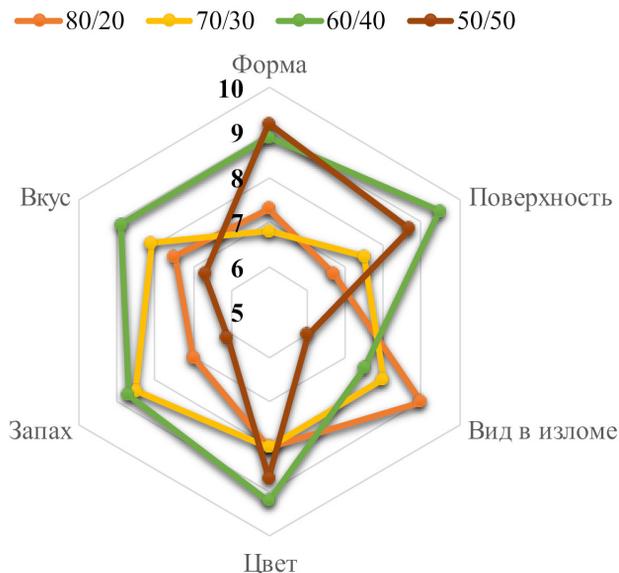


Рис. 8. Многоугольник органолептических показателей хлеба из цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки различного соотношения (по 10 бальной системе)

Как видно из рисунка, наилучшими органолептическими показателями обладает хлеб, полученный из цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки в соотношении 60/40.

Выводы

1. По результатам проведенных исследований разработана технология получения цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки и рецептура формового пшенично-тритикалевого хлеба из нее. Установлено, что с увеличением количества зерна тритикале в помольной пшенично-тритикалевой зерновой смеси происходит снижение выхода пшенично-тритикалевой муки. Наибольший выход цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки получается при добавлении 20 % зерна тритикале и составляет 97,0 %.

2. Установлено, что наибольшее влияние добавление зерна тритикале в помольную смесь оказала на показатели объемного выхода хлеба и его формоустойчивость. При этом объемный выход хлеба снизился на 28,1 %, а формоустойчивость на 35 % по сравнению с хлебом из контрольной пшеничной муки 1-го сорта. Выявлено, что добавление зерна тритикале в пшеницу не

оказывало существенного влияния на массу, пористость, влажность и кислотность хлеба из цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки.

3. По результатам анализов физико-химических и органолептических показателей хлеба наилучшие показатели выявлены у образца из цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки в соотношении 60/40 %, при этом сохраняется типичный вкус ржаного хлеба и добавляется приятный тритикалевый привкус, который можно охарактеризовать как отрубянистый с легкой горчинкой.

4. Установлено, что наиболее интересным и привлекательным по мнению дегустаторов является образец формового хлеба из цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки в соотношении компонентов 60/40. Это дает основания для дальнейших исследований данного продукта, как наиболее привлекательного из предложенных образцов для потенциального потребителя.

5. На разработанную технологию способа получения цельносмолотой пшенично-льняной муки получен патент РФ № 2809709 на изобретение «Способ получения цельносмолотой пшенично-тритикалевой муки», что свидетельствует не только о научной, но и о практической значимости полученных результатов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Критерии авторства. Кандроков Р.Х. руководил проектом, остальные авторы выполняли исследовательские работы.

Список литературы

1. Богатырева, Т. Г., Белявская, И. Г., & Алексеев, М. И. (2021). Биоконверсия пшенично-тритикалевой муки для обогащения хлеба. *Хлебопродукты*, (8), 44–45. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2021-30-8-44-45>
2. Кандроков, Р. Х., Юдина, Т. А., Рубан, Н. В., & Катин, С. А. (2021). Влияние соотношения зерновой смеси пшеницы и тритикале на технологические свойства пшенично-тритикалевой муки. *Российская сельскохозяйственная наука*, (1), 63–66. <https://doi.org/10.31857/S2500-2627-2021-1-63-66>
3. Kalnina, S., Rakcejeva, T., Kunkulberga, D., & Galoburda, R. (2015). Rheological properties of whole wheat and whole triticale flour blends for pasta production. *Agronomy Research*, 13(4), 948–955.
4. Meng, X., Li, T., Zhao, J., Fan, M., Qian, H., Li, Y., & Wang, L. (2023). Effects of Different Bran Pretreatments on Rheological and Functional Properties of

- Triticale Whole-Wheat Flour. *Food and Bioprocess Technology*, 16(3), 576–588. <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02959-1>
5. Peirce, E. S., Cockrell, D. M., Ode, P. J., Peairs, F. B., & Nachappa, P. (2022). Triticale as a Potential Trap Crop for the Wheat Stem Sawfly (Hymenoptera: Cephidae) in Winter Wheat. *Frontiers in Agronomy*, 4, Article 779013. <https://doi.org/10.3389/fagro.2022.779013>
 6. Mühleisen, J., Piepho, H., Maurer, H. P., Longin, C. F. H., & Reif, J. Ch. (2014). Yield Stability of Hybrids Versus Lines in Wheat, Barley, and Triticale. *Theoretical and Applied Genetics*, 127(2), 309–316. <https://doi.org/10.1007/s00122-013-2219-1>
 7. Betz, J., Naumova, N., Burmistrova, O., Burmistrov, E., Rodionova, I., & Naumova, O. (2020). The Use of Multi-Grain Raw Materials in the Formulation of Pasta from Wheat Baking Flour. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26(6), 1315–1322.
 8. Mirosavljević, M., Momčilović, V., Čanak, P., Trkulja, D., Mikić, S., Jocković, B., & Pržulj, N. (2018). Grain Filling Variation in Winter Wheat, Barley and Triticale in Pannonian Environments. *Cereal Research Communications*, 46(4), 697–706. <https://doi.org/10.1556/0806.46.2018.036>
 9. Kharrazi, M. A., & Bobojonov, V. (2012). Identification and Sequence Analysis of Grain Softness Protein in Selected Wheat, Rye and Triticale. *Genetics and Molecular Research*, 11(3), 2578–2584. <https://doi.org/10.4238/2012.July.19.1>
 10. Кандроков, Р. Х. (2019). Технологические свойства пшенично-тритикалевой муки. *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии»*, 7(3), 13–22.
 11. Кандроков, Р. Х., Бекшокова, П. А., & Ерина, Ю. С. (2022). Влияние исходной влажности пшенично-тритикалевой зерновой смеси в соотношении 50/50 % на выход целой пшенично-тритикалевой крупы. *Вестник АПК Верхневолжья*, (3), 74–81. <https://doi.org/10.35694/YARCX.2022.59.3.010>
 12. Горянина, Т. А., & Медведев, А. М. (2020). Хлебобулочные качества зерна озимой тритикале, пшеницы и ржи. *Зерновое хозяйство России*, (67), 28–32. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-67-1-28-32>
 13. Silva, A. D. N., Ramos, M. L. G., de Alencar, E. R., da Silva, P. C., de Lima, C. A., Vinson, C. C., Ribeiro, W. Q., & Silva, M. A. V. (2020). Water stress alters physical and chemical quality in grains of common bean, triticale and wheat. *Agricultural Water Management*, 231, 106023. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106023>
 14. Марадудин, М. С., Симакова, И. В., & Марадудин, А. М. (2021). Влияние муки фасоли белой на реологические свойства композитных смесей на основе муки пшеницы и тритикале. *Технологии пищевой и перерабатыва-*

- ющей промышленности АПК – продукты здорового питания, (3), 35–42. <https://doi.org/10.24412/2311-6447-2021-3-35-42>
15. Meng, X., Li, T., Zhao, J., Fan, M., Qian, H., Li, Y., & Wang, L. (2023). Effects of different bran pretreatments on rheological and functional properties of triticale whole-wheat flour. *Food and Bioprocess Technology*, 16(3), 576–588. <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02959-1>
16. Zhang, X. Q., Wang, X. P., Jing, J. K., Hu, H., Ross, K., & Gustafson, J. P. (1998). Characterization of wheat-triticale doubled haploid lines by cytological and biochemical markers. *Plant Breeding*, 117(16), 7–12. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.1998.tb01439.x>
17. Кандроков, Р. Х., Маар, М. Э., & Ахтанин, С. Н. (2022). Формирование потоков сортовой хлебопекарной тритикалевой муки с учетом кумулятивных кривых зольности. *Ползуновский вестник*, 1(4), 39–47. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.005>
18. Лаптева, Н. К., & Митькиных, Л. В. (2013). Оптимальное соотношение пшеничной, ржаной и тритикале муки в производстве сдобного печенья. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*, 39(34), 35–38.
19. Касынкина, О. М., Орлова, Н. С., & Каневская, И. Ю. (2015). Качество пшеничного хлеба, выпеченного с добавлением муки из тритикале. *Аграрный научный журнал*, (12), 18–20.
20. Adonina, I. G., Shcherban, A. B., Zorina, M. V., Timonova, E. M., Salina, E. A., & Mehdiyeva, S. P. (2022). Genetic features of triticale–wheat hybrids with vaviloid-type spike branching. *Plants*, 11, 58. <https://doi.org/10.3390/plants11010058>
21. Asif, M., Eudes, F., Goyal, A., Amundsen, E., Randhawa, H., & Spaner, D. (2013). Organelle antioxidants improve microspore embryogenesis in wheat and triticale. *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant*, 49(5), 489–497. <https://doi.org/10.1007/s11627-013-9514-z>
22. Барыльник, К. Г., Кузнецова, Л. И., Лаврентьева, Н. С., Чикида, Н. Н., Бекиш, Л. П., & Комаров, Н. М. (2018). Оценка хлебопекарных свойств муки из тритикале стандартными и альтернативными методами. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*, 179(1), 54–62. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-1-54-62>
23. Кандроков, Р. Х., Бегеулов, М. Ш., Ткач, А. Н., Игонин, В. Н., & Поречная, Е. С. (2021). Сравнительная характеристика мукомольных свойств новых сортов пшеницы, тритикале и полбы. *Вестник МГТУ*, 24(3), 299–305. <https://doi.org/10.21603/1560-9278-2021-24-3-299-305>
24. Юдина, Т. А., Зиякаева, А. С., & Кандроков, Р. Х. (2021). Влияние ферментных препаратов на качество формового хлеба, приготовленного из

- пшенично-тритикалевой муки в соотношении 50:50%. *Международный научно-исследовательский журнал*, 109(7-1), 111–117. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.109.7.018>
25. Kandrov, R. K. (2023). Effects of triticale flour on the quality of honey cookies. *Foods and Raw Materials*, 7(2), 216–223. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2023-2-568>
26. Воронов, С. И., Кузьмич, М. А., Медведев, А. М., Соболева, Е. В., & Кузьмич, Л. С. (2023). Мукомольные и хлебопекарные достоинства зерна тритикале селекции ВИЦ «Немчиновка». *Аграрная Россия*, (4), 9–14. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2023-4-9-14>

References

1. Bogatyreva, T. G., Belyavskaya, I. G., & Alekseev, M. I. (2021). Biotransformation of Wheat-Triticale Flour for Enriching Bread. *Khlebobulochnye Produkty*, (8), 44–45. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2021-30-8-44-45>
2. Kandrov, R. Kh., Yudina, T. A., Ruban, N. V., & Katin, S. A. (2021). Influence of Wheat and Triticale Grain Mix Ratio on Technological Properties of Wheat-Triticale Flour. *Russian Agricultural Science*, (1), 63–66. <https://doi.org/10.31857/S2500-2627-2021-1-63-66>
3. Kalnina, S., Rakcejeva, T., Kunkulberga, D., & Galoburda, R. (2015). Rheological properties of whole wheat and whole triticale flour blends for pasta production. *Agronomy Research*, 13(4), 948–955.
4. Meng, X., Li, T., Zhao, J., Fan, M., Qian, H., Li, Y., & Wang, L. (2023). Effects of Different Bran Pretreatments on Rheological and Functional Properties of Triticale Whole-Wheat Flour. *Food and Bioprocess Technology*, 16(3), 576–588. <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02959-1>
5. Peirce, E. S., Cockrell, D. M., Ode, P. J., Peairs, F. B., & Nachappa, P. (2022). Triticale as a Potential Trap Crop for the Wheat Stem Sawfly (Hymenoptera: Cephidae) in Winter Wheat. *Frontiers in Agronomy*, 4, Article 779013. <https://doi.org/10.3389/fagro.2022.779013>
6. Mühleisen, J., Piepho, H., Maurer, H. P., Longin, C. F. H., & Reif, J. Ch. (2014). Yield Stability of Hybrids Versus Lines in Wheat, Barley, and Triticale. *Theoretical and Applied Genetics*, 127(2), 309–316. <https://doi.org/10.1007/s00122-013-2219-1>
7. Betz, J., Naumova, N., Burmistrova, O., Burmistrov, E., Rodionova, I., & Naumova, O. (2020). The Use of Multi-Grain Raw Materials in the Formulation of Pasta from Wheat Baking Flour. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26(6), 1315–1322.

8. Mirosavljević, M., Momčilović, V., Čanak, P., Trkulja, D., Mikić, S., Jocković, B., & Pržulj, N. (2018). Grain Filling Variation in Winter Wheat, Barley and Triticale in Pannonian Environments. *Cereal Research Communications*, 46(4), 697–706. <https://doi.org/10.1556/0806.46.2018.036>
9. Kharrazi, M. A., & Bobojonov, V. (2012). Identification and Sequence Analysis of Grain Softness Protein in Selected Wheat, Rye and Triticale. *Genetics and Molecular Research*, 11(3), 2578–2584. <https://doi.org/10.4238/2012.July.19.1>
10. Kandrov, R. Kh. (2019). Technological properties of wheat-triticale flour. *Bulletin of South Ural State University. Series: Food and Biotechnologies*, 7(3), 13–22.
11. Kandrov, R. Kh., Bekshokova, P. A., & Yerina, Yu. S. (2022). Effect of initial moisture content of wheat-triticale grain mixture (50/50%) on yield of whole wheat-triticale groats. *Bulletin of APK Upper Volga Region*, (3), 74–81. <https://doi.org/10.35694/YARCX.2022.59.3.010>
12. Goryanina, T. A., & Medvedev, A. M. (2020). Baking qualities of winter triticale, wheat, and rye grains. *Grain Farming of Russia*, (67), 28–32. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-67-1-28-32>
13. Silva, A. D. N., Ramos, M. L. G., de Alencar, E. R., da Silva, P. C., de Lima, C. A., Vinson, C. C., Ribeiro, W. Q., & Silva, M. A. V. (2020). Water stress alters physical and chemical quality in grains of common bean, triticale and wheat. *Agricultural Water Management*, 231, 106023. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106023>
14. Maradudin, M. S., Simonova, I. V., & Maradudin, A. M. (2021). Effect of white bean flour on rheological properties of composite mixtures based on wheat and triticale flours. *Technologies of Food and Processing Industry Complex – Products of Healthy Nutrition*, (3), 35–42. <https://doi.org/10.24412/2311-6447-2021-3-35-42>
15. Meng, X., Li, T., Zhao, J., Fan, M., Qian, H., Li, Y., & Wang, L. (2023). Effects of different bran pretreatments on rheological and functional properties of triticale whole-wheat flour. *Food and Bioprocess Technology*, 16(3), 576–588. <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02959-1>
16. Zhang, X. Q., Wang, X. P., Jing, J. K., Hu, H., Ross, K., & Gustafson, J. P. (1998). Characterization of wheat-triticale doubled haploid lines by cytological and biochemical markers. *Plant Breeding*, 117(16), 7–12. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.1998.tb01439.x>
17. Kandrov, R. Kh., Maar, M. E., & Akhtanin, S. N. (2022). Formation of flows of grade bread-making triticale flour considering cumulative ash curves. *Polzunovskii Vestnik*, 1(4)*, 39–47. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8831.2022.04.005>
18. Lapteva, N. K., & Mitkinykh, L. V. (2013). Optimal ratio of wheat, rye and triticale flours in shortbread cookie production. *Agra Science Euro-North-East*, 39(34), 35–38.

19. Kasinkina, O. M., Orlova, N. S., & Kanevskaya, I. Yu. (2015). Quality of wheat bread baked with addition of triticale flour. *Agrarian Scientific Journal*, (12), 18–20.
20. Adonina, I. G., Shcherban, A. B., Zorina, M. V., Timonova, E. M., Salina, E. A., & Mehdiyeva, S. P. (2022). Genetic features of triticale–wheat hybrids with vaviloid-type spike branching. *Plants*, 11, 58. <https://doi.org/10.3390/plants11010058>
21. Asif, M., Eudes, F., Goyal, A., Amundsen, E., Randhawa, H., & Spaner, D. (2013). Organelle antioxidants improve microspore embryogenesis in wheat and triticale. *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant*, 49(5), 489–497. <https://doi.org/10.1007/s11627-013-9514-z>
22. Baryl'nik, K. G., Kuznetsova, L. I., Lavrent'eva, N. S., Chikida, N. N., Bekish, L. P., & Komarov, N. M. (2018). Evaluation of baking properties of triticale flour by standard and alternative methods. *Transactions on Applied Botany, Genetics and Selection*, 179(1), 54–62. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-1-54-62>
23. Kandrov, R. Kh., Begeulov, M. Sh., Tkach, A. N., Igonin, V. N., & Porichnaya, E. S. (2021). Comparative characteristic of milling properties of new varieties of wheat, triticale and emmer. *Vestnik MGTA*, 24(3), 299–305. <https://doi.org/10.21603/1560-9278-2021-24-3-299-305>
24. Yudina, T. A., Ziyakaeva, A. S., & Kandrov, R. Kh. (2021). Effect of enzyme preparations on the quality of loaf bread made from wheat-triticale flour in a 50:50 ratio. *International Research Journal*, 109(7-1), 111–117. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.109.7.018>
25. Kandrov, R. K. (2023). Effects of triticale flour on the quality of honey cookies. *Foods and Raw Materials*, 7(2), 216–223. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2023-2-568>
26. Voronov, S. I., Kuz'mich, M. A., Medvedev, A. M., Soboleva, E. V., & Kuz'mich, L. S. (2023). Milling and baking advantages of Nemchinovka VIC bred triticale grain. *Agrarian Russia*, (4), 9–14. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2023-4-9-14>

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Кандров Роман Хажсетович, к.т.н., доцент, доцент кафедры зерновых, хлебопекарных и кондитерских технологий
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ»
Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, 125080, Российская Федерация
nart132007@mail.ru

Катин Сергей Анатольевич, старший преподаватель кафедры прикладной механики и инжиниринга технических систем
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ»
Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, 125080, Российская Федерация
katin.sergant@mail.ru

Сивцев Алексей Олегович, аспирант кафедры прикладной механики и инжиниринга технических систем
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ»
Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, 125080, Российская Федерация
Sivtsevao@mgupp.ru

Веремьев Дмитрий Николаевич, аспирант кафедры прикладной механики и инжиниринга технических систем
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ»
Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, 125080, Российская Федерация
dmitry.veremov@gmail.com

Пестова Екатерина Владиславовна, магистрант кафедры зерновых, хлебопекарных и кондитерских технологий
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ»
Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, 125080, Российская Федерация
pestova.kate29@gmail.com

DATA ABOUT THE AUTHORS

Roman Kh. Kandrov, Associate Professor of the Department of Grains, Bakery and Confectionery Technologies
Russian Biotechnological University "ROSBIOTECH"
11, Volokolamskoe shosse, Moscow, 125080, Russian Federation
nart132007@mail.ru

SPIN-code: 7081-1209

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2003-2918>

Researcher ID: AAX-2106-2020

Scopus Author ID: 57200383950

Sergey A. Katin, Senior Lecturer of the Department of Applied Mechanics and Engineering of Technical Systems

Russian Biotechnological University "ROSBIOTECH"

11, Volokolamskoe shosse, Moscow, 125080, Russian Federation

katin.sergant@mail.ru

SPIN-code: 6114-8550

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9299-6236>

Aleksey O. Sivtsev, Postgraduate Student of the Department of Applied Mechanics and Engineering of Technical Systems

Russian Biotechnological University "ROSBIOTECH"

11, Volokolamskoe shosse, Moscow, 125080, Russian Federation

Sivtsevao@mgupp.ru

SPIN-code: 2409-6690

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9492-0139>

Dmitry N. Veremyev, Graduate Student of the Department of Applied Mechanics and Engineering of Technical Systems

Russian Biotechnological University "ROSBIOTECH"

11, Volokolamskoe shosse, Moscow, 125080, Russian Federation

dmitry.veremov@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8881-4237>

Ekaterina V. Pestova, Master's student of the Department of Grain, Baking and Confectionery Technologies

Russian Biotechnological University "ROSBIOTECH"

11, Volokolamskoe shosse, Moscow, 125080, Russian Federation

pestova.kate29@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4624-5026>

Поступила 04.07.2024

После рецензирования 01.08.2024

Принята 07.08.2024

Received 04.07.2024

Revised 01.08.2024

Accepted 07.08.2024