



Научная статья

4.3.3. – Пищевые системы (технические науки)

УДК 664.6/7: 664.6

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2026.02.008

EDN: XJXDQR

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРУДИРОВАННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Наталья Сергеевна Герасимова¹, Марина Анатольевна Янова²,
Наталья Станиславовна Козулина³,
Александр Владимирович Бобровский⁴

^{1, 3, 4} Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярск, Россия

¹ nata.gerasimova.1982@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-4517-6071>

³ kozulina.n@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9081-7464>

⁴ aleksandr_bobrovski@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7302-2169>

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия

² yanova.m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6597-0000>

Аннотация. В данной работе исследуется возможность использования экструдированного зерна пшеницы для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий. В хлебопекарной индустрии перспективным направлением является применение экструдированных зерновых продуктов для обогащения хлебобулочных изделий функционального назначения. Цель исследования – разработка рецептуры и оценка качества хлебобулочных изделий из пшеничной муки с использованием экструдированного зерна пшеницы. Объектом исследования было зерно пшеницы сорта Новосибирская 15 и экструдированное зерно пшеницы этого же сорта, прошедшее стадию помола (далее пшеничный экструдат). Исследования проведены по следующим показателям качества: содержание белка, количество и качество сырой клейковины, объем хлеба, общая хлебопекарная оценка. Химический состав и энергетическая ценность 100 г хлеба из пшеничной муки и хлеба определялись с заменой пшеничной муки на пшеничный экструдат в количестве 5 % и 7 %. Разработана рецептура хлеба с заменой пшеничной муки на пшеничный экструдат, выпечка проведена согласно ГОСТ 27669-88. В зависимости от увеличения дозировки пшеничного экструдата отмечено улучшение качества клейковины. Наиболее высокие показатели объема хлеба у вариантов с заменой муки пшеничной на пшеничный экструдат в количестве 5 % и 7 % – объем хлеба составил 590 см³ и 510 см³ соответственно. Энергетическая ценность хлеба с 5 % и 7 % пшеничного экструдата снижается на 2–6 Ккал соответственно. В ходе исследования было выявлено, что применение пшеничного экструдата в производстве хлеба может способствовать улучшению питательных свойств продукта и уменьшению его калорийности.

Ключевые слова: экструдированное зерно пшеницы, пшеничный экструдат, хлебопекарные свойства, белок, клейковина, пищевая ценность.

Для цитирования: Герасимова Н. С., Янова М. А., Козулина Н. С., Бобровский А. В. Разработка рецептуры и оценка качества хлебобулочных изделий с использованием экструдированного зерна пшеницы // Ползуновский вестник. 2026. № 2, С. 58–63. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2026.02.008. EDN: <https://elibrary.ru/XJXDQR>.

Original article

FORMULATION DEVELOPMENT AND QUALITY ASSESSMENT OF BAKERY PRODUCTS USING EXTRUDED WHEAT GRAIN

Natalia S. Gerasimova¹, Marina A. Yanova², Natalia S. Kozulina³,
Alexander V. Bobrovsky⁴

^{1, 3, 4} Krasnoyarsk Scientific Research Institute of Agriculture is a separate subdivision of the Federal State budgetary scientific institution Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russia

¹ nata.gerasimova.1982@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8204-0000>

³ kozulina.n@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9081-7464>

⁴ aleksandr_bobrovski@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7302-2169>

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Krasnoyarsk State Agrarian University", Krasnoyarsk, Russia

² yanova.m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6597-0000>

© Герасимова Н. С., Янова М. А., Козулина Н. С., Бобровский А. В., 2026

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРУДИРОВАННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Abstract. In this paper, the possibility of using extruded wheat grains to increase the nutritional value of bakery products is investigated. In the bakery industry, a promising direction is the use of extruded grain products to enrich bakery products of functional importance. The purpose of the study is to develop a recipe and evaluate the quality of bakery products made from wheat flour using extruded wheat grain. The object of the study was wheat grain of the Novosibirsk 15 variety and extruded wheat grain of the same variety, which passed the grinding stage (hereinafter wheat extrudate). The studies were conducted on the following quality indicators: protein content, quantity and quality of raw gluten, bread volume, and general bakery assessment. The chemical composition and energy value of 100 g of wheat flour bread and bread were determined by replacing wheat flour with wheat extrudate in amounts of 5 % and 7 %. The energy value of bread with 5 % and 7 % wheat extrudate is reduced by 2-6 Kcal, respectively. The study revealed that the use of wheat extrudate in bread production can help improve the nutritional properties of the product and reduce its caloric content.

Keywords: extruded wheat grain, wheat extrudate, baking properties, protein, gluten, nutritional value.

For citation: Gerasimova, N. S., Yanova, M. A., Kozulina, N. S. & Bobrovsky, A. V. (2026). Formulation development and quality assessment of bakery products using extruded wheat grain. *Polzunovskiy vestnik*, (2), 58-63. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2026.02.008. EDN: <https://elibrary.ru/XJXDQR>.

ВВЕДЕНИЕ

Пшеничный хлеб является основным продуктом питания для значительной части населения [1, 2]. Пшеница – это источник около половины потребляемых пищевых калорий во всем мире, богат белками, минеральными веществами (Cu, Mg, Zn, P и Fe) и витаминами (B-группа и E). В зерне пшеницы содержится рибофлавин, ниацин, тиамин и пищевые волокна, антиоксиданты и биологически активные вещества [3, 4]. Однако в наше время люди всё чаще выбирают продукты питания, которые не только насыщают организм, но и приносят ему пользу [1, 2]. Хотя в пшенице содержится множество полезных веществ, всё же наблюдается недостаток макро- и микроэлементов, аминокислот и витаминов, которые являются незаменимыми. Исходя из этого, в последнее время важной задачей для пищевой промышленности России становится актуальное повышение качества хлебобулочных изделий путем включения в их рецептуру новых нетрадиционных источников сырья, обладающих необходимыми технологическими свойствами и химическим составом, способными обогатить продукцию комплексом биологически активных веществ [5]. Одним из перспективных направлений в хлебопекарной промышленности является внесение пищевых добавок естественного происхождения, подвергнутых экструзионной обработке [6, 7].

Процесс экструзии – это интенсивное воздействие на обрабатываемое сырье температурой и давлением, которое приводит к различным изменениям его компонентов [8]. Экструзионная обработка предоставляет широкие возможности для решения ключевых задач, связанных с качеством продуктов питания: поддержание и увеличение пищевой и биологической ценности, формирование необходимых структурно-механических свойств и органолептических характеристик [9, 10]. При экструзионной обработке зерна пшеницы сохраняются отруби, которые наиболее полезны из-за содержания белка – 40 %, жира – до 10 %, сахарозы – 5 %, клетчатки – 15 % [11]. В процессе же измельчения пшеницы в муку происходит удаление оболочек и зародыша. В результате в муке содержится меньше клетчатки, минеральных веществ, жира и белка, но больше крахмала по сравнению с цельным зерном [12].

Рядом исследователей установлена целесообразность применения экструзионной обработки при производстве пшеничного хлеба [6, 13, 16]. Повышается усвояемость углеводов за счет распада их до декстринов, улучшается доступность аминокислот вследствие разрушения вторичных связей в молеку-

лах белка [13, 15]. Повышается переваримость клетчатки, формируется однородная пористая структура продукта, более доступного для воздействия ферментов в пищеварительной системе, уничтожается патогенная микрофлора [14, 15, 16]. Шмалько Н.А. [и др.] и Пахомовым В.И. [и др.] доказано, что при добавлении экструдированных пшеничных отрубей к пшеничной муке возрастает автолитическая активность и газообразующая способность теста, повышается качество клейковины [17]. Яновой М.А. [и др.] установлено, что внесение экструдированного зерна оказывает положительное влияние на автолитическую активность муки, а также на хлебопекарные свойства [16, 18].

Актуальным направлением является применение экструдированных зерновых продуктов функционального обогащения хлебобулочных изделий.

Цель исследования – разработка рецептуры и проведение оценки качества хлебобулочных изделий из пшеничной муки с использованием экструдированного зерна пшеницы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка технологических качеств зерна проводилась в Федеральном исследовательском центре «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» КрасНИИСХ, в лаборатории технологической оценки качества зерна в соответствии ГОСТ 9353-2016 Пшеница. Технические условия [19]. Лабораторные исследования производились в трехкратной повторности.

Влажность зерна определялась с помощью анализатора влажности ЭВЛАС-2М в соответствии с ГОСТ 13586.5-93 «Определение влажности зерна».

Определение содержания белка производилось по методу Кьельдаля в соответствии с (ГОСТ 10846-91) на анализаторе белка UDK 139 в комплекте с блочным минерализатором DK 8. Метод регламентирует общие требования к определению азота.

В соответствии с ГОСТ 27839-13 «Определение количества и качества сырой клейковины в зерне пшеницы» проводилось измерение содержания и оценка качества сырой клейковины в пшеничном зерне. Свойства упругости клейковины измерялись с помощью прибора ИДК-1.

Лабораторная пробная выпечка из пшеничной муки осуществлялась в соответствии с ГОСТ 27669-88. Анализ качества хлеба включает в себя определение объёмного выхода продукта, а также органолептическую оценку его внешнего вида, включая форму, поверхность и цвет корочки. Также оценивается пористость, эластичность и цвет мякиша. Общая оценка

качества хлеба рассчитывается как среднее арифметическое значений объемного выхода, внешнего вида, пористости, цвета мякиша и его эластичности [20].

Объекты исследования: зерно пшеницы сорта Новосибирская 15 и экструдированное зерно пшеницы этого же сорта, прошедшее стадию помола (далее пшеничный экструдат).

Производство экструдата из зерна пшеницы и экспериментальные исследования проводились в условиях Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» в КрасНИИСХ.

Пшеницу перед получением смесей отволаживали в течение 2 ч. Поскольку влажность входящего в экструдер сырья не должна превышать 20 %, а при снижении влажности менее 16 % процесс экструзии протекает нестабильно, перед экструдированием осуществляли контроль влажности экспресс-методом.

Пшеничный экструдат был получен на зерновом экструдере ЭК-100. Полученный экструдат измельчали

на универсальной молотковой дробилке серии Molot-200 до крупности частиц, не превышающих 200 мкм.

Химический состав пшеничного экструдата определялся в НИИЦ ФГБОУ ВО Красноярского государственного аграрного университета [12, 18, 19]. Количество жира в пшеничном экструдате определялось методом экстракции Рэндалла в соответствии с ГОСТ 11085-2016. Расчеты пищевой ценности хлеба проводились в соответствии с рекомендациями ТР ТС 022/2011 и с использованием справочных данных [21].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Расчет производился на основании унифицированной рецептуры изделия на 100 г муки. Мука пшеничная I сорта была взята для расчета рецептуры выпечки хлеба. В рецептуре производилась замена муки I сорта на экструдированную муку. Схема исследований представлена в таблице 1. Рецептура выпечки хлеба из пшеничной муки I сорта представлена в таблице 2.

Таблица 1 – Схема исследований / Table 1 – Research scheme

Продукт	Вариант / % продукта								
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9
Мука пшеничная, 1 сорт	100 контроль	95	93	90	85	80	75	50	–
Пшеничный экструдат	–	5	7	10	15	20	25	50	100

Таблица 2 – Рецептуры выпечки хлеба из пшеничной муки 1 сорта с добавлением экструдата пшеницы
Table 2 – Recipes for baking bread from Grade 1 wheat flour with the addition of wheat extrudate

Вариант эксперимента	Сырье, г						
	Мука пшеничная 1 сорт	Экструдат	Дрожжи	Соль	Вода	Сахар	Итого:
1 (контроль)	100	-	3,0	1,5	65	2,5	172,0
2	95	5	3,0	1,5	65,45	2,5	172,45
3	93	7	3,0	1,5	65,63	2,5	172,63
4	90	10	3,0	1,5	65,89	2,5	172,89
5	85	15	3,0	1,5	66,34	2,5	173,34
6	80	20	3,0	1,5	66,78	2,5	173,78
7	75	25	3,0	1,5	67,22	2,5	174,22
8	50	50	3,0	1,5	69,45	2,5	176,45
9	-	100	3,0	1,5	73,9	2,5	180,9

Физико-химические и хлебопекарные качества пшеницы сорта Новосибирская 15 с добавле-

нием пшеничного экструдата показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-химические и хлебопекарные качества пшеничной муки сорта Новосибирская 15 с добавлением пшеничного экструдата

Table 3 – Physico-chemical and baking qualities of wheat flour of Novosibirsk 15 grade with the addition of wheat extrudate

Варианты опыта	Белок, %	Клейковина		Хлеб	
		Кол-во, %	Качество, ед. ИДК	Объем из 100 г муки, см³	Общая хлебопекарная оценка, балл
1	16,90	36,80	78 (II)	670	4,4
2	16,54	36,08	78 (II)	580	4,3
3	16,50	35,76	75 (I)	500	4,2
4	16,24	34,64	75 (I)	470	3,8
5	16,00	32,48	73 (I)	440	3,6
6	15,96	30,80	66 (I)	420	3,2
7	15,93	28,72	69 (I)	310	3,2
8	15,33	не отмываемая		220	2,7
9	13,45	не отмываемая		220	2,1

При определении показателя белка получены следующие результаты: контрольный вариант имеет показатель белка 16,90 %, при добавлении к пшеничной муке 5 % пшеничного экструдата, белок уменьшается на 0,36 %. Последующее увеличение дози-

ровки пшеничного экструдата не существенно сказывается на содержании белка, так 3-й, 4-й, 5-й, 6-й и 7-й варианты имеют показатель белка 16,50 %, 16,24 %, 16,00 %, 15,96 % и 15,93 % соответственно. При добавлении 50 % пшеничного экструдата к пше-

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРУДИРОВАННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

ничной муке содержание белка уменьшается с 16,90 % до 15,30 %, что на 1,57 % меньше в сравнении с контролем. В пшеничном экструдате без добавления муки наименьшее количество белка – 13,45 %.

Исходя из данных показателей количества и качества сырой клейковины можно отметить, что по мере увеличения дозировки пшеничного экструдата количество клейковины падает с 36,80 % – 1 вариант до 36,00 % – 2 вариант. Дальнейшее увеличение процента подсортировки пшеничного экструдата ведет к большему уменьшению количества сырой клейковины. В варианте 3 количество клейковины падает на 0,32 % в сравнении с вариантом 2. Вариант 4 по количеству клейковины ниже третьего на 1,12 %. Количество клейковины в варианте 6 (добавление пшеничного экструдата 20 %) падает до 30,80 %, в варианте 7 количество клейковины также снижается – 28,72 %, что на 8,08 % ниже количества клейковины в муке из пшеницы без добавления пшеничного экструдата. Добавление пшеничного экструдата к пшеничной муке сорта Новосибирская 15 в соотношениях 7 %, 10 %, 15 %, 20 % и 25 % приводит к повышению качества сырой к повышению качества сырой клейковины со второй группы (1 и 2 варианты) до первой – 75 ед., 75 ед., 73 ед., 66 ед. и 69 ед. прибора ИДК соответственно. Это можно объяснить тем, что зерно, прошедшее процесс экструзии и содержащее желатинизированный крахмал, имитирует свойства пшеничного теста, придавая вязкость и упругость неглю-

теновым смесям для выпечки [7]. Увеличение дозировки пшеничного экструдата укрепляет клейковину благодаря активности липоксигеназы, которая в присутствии кислорода воздуха окисляет ненасыщенные жирные кислоты, образуя пероксиды и гидропероксиды [18, 22, 23]. Возможно, что повышение качества сырой клейковины мучной смеси, состоящей из пшеничной муки и пшеничного экструдата, зависит от повышения автолитической активности и газообразующей способности в данных смесях [22, 24].

Варианты с добавлением пшеничного экструдата в количестве 50 % и 100 % характеризуются как неотмываемые.

Выпечка из пшеничной муки сорта Новосибирская 15 с подсортировкой пшеничного экструдата представлена на рисунке 1. По данным результатам исследования таблицы 3, наблюдается, что по мере увеличения дозировки пшеничного экструдата в пшеничной муке объем хлеба снижается.

Добавление пшеничного экструдата в количестве 5 % от общего количества пшеничной муки отрицательно сказывается на объеме хлеба, если показатель объема хлеба в варианте 1 достигает 670 см³, то в варианте 2 данный показатель значительно падает до 590 см³. Наиболее высокие показатели объема с добавлением пшеничного экструдата – варианты 2 и 3 – 590 см³ и 510 см³ соответственно. Последующее увеличение процента вносимого пшеничного экструдата в пшеничную муку отрицательно сказывается на объеме хлеба.

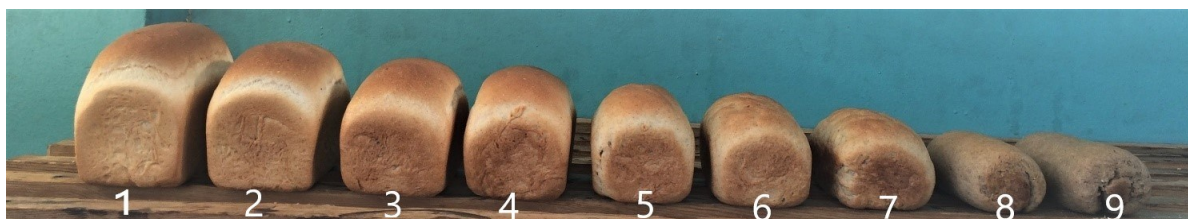


Рисунок 1 – Варианты выпеченного хлеба из муки сильного сорта Новосибирской 15 с подсортировкой пшеничного экструдата

Figure 1 – Variants of baked bread made from Novosibirsk 15 strong flour with wheat extrudate sub-sorting

Общая хлебопекарная оценка показывает, что замес пшеничной муки с подсортировкой к ней пшеничного экструдата в соотношении: мука пшеничная 95 % + 5 % пшеничный экструдат; мука пшеничная 93 % + 7 % пшеничный экструдат незначительно сказывается на снижении качества хлеба. Дальнейшее увеличение дозировки экструдата: мука пшеничная 90 % + 10 % пшеничный экструдат; мука пшеничная 85 % + 15 % пшеничный экструдат, также снижает качество хлеба, но хлебопекарные показатели не столь значительно уступают предыдущим вариантам, как последующие варианты – 6 и 7 равноценны по показателям, но в значительной мере ниже, чем варианты 7 %, 10 % и 15 % добавления пшеничного экструдата. Последующее повышение процента пшеничного экструдата к муке пшеничной в соотношении 50 % + 50 % экструдата значительно сказывается на качестве хлеба и общая хлебопекарная оценка составляет всего 2,7 балла.

Добавление к пшеничной муке 5 % и 7 % пшеничного экструдата незначительно сказывается на качестве хлеба, а дальнейшее увеличение подсортировки пшеничного экструдата ведет к ухудшению его качества. Исходя из этого, в работе были проведены исследования влияния подсортировки 5 % и 7 % пшеничного экструдата на пищевую ценность пшеничного хлеба и хлеба из пшеничной муки в чистом виде (таблица 4).

Расчет химического состава и энергетической

ценности 100 г хлеба из пшеничной муки 1 сорта показал, что добавление 5 % и 7 % пшеничного экструдата положительно сказывается на показателе количества белка, белок повышается на 0,07 % и на 0,03 % соответственно. Подсортировка 5 % и 7 % пшеничного экструдата к пшеничной муке влияет на изменение показателя жира, прослеживается незначительное повышение его количества – на 0,05 г и 0,09 г соответственно. Добавление 5 % и 7 % пшеничного экструдата к муке 1 сорта влияет и на количество углеводов, расчет химического состава показал, что добавление пшеничного экструдата к пшеничной муке понижает количество углеводов на 0,73 г и 1,7 г соответственно. Добавление 5 % и 7 % пшеничного экструдата к муке 1 сорта не влияет на количество натрия, количественные изменения происходят на 0,1 мг и 0,03 мг. Количество калия при добавлении 5 % и 7 % пшеничного экструдата снижается на 3,87 мг и на 5,32 мг соответственно в сравнении с выпечкой хлеба из муки пшеничной. Подсортировка 5 % и 7 % экструдата к муке 1 сорта незначительно влияет на количество кальция, прослеживается его повышение лишь на 0,09 мг и на 0,01 мг соответственно. Количество фосфора при добавлении 5 % и 7 % пшеничного экструдата снижается на 2,29 мг и на 3,16 мг соответственно.

Таблица 4 – Сравнительные данные химического состава и энергетической ценности 100 г хлеба из пшеничной муки 1 сорта и с пшеничным экструдатом 5 % и 7 %

Table 4 – Comparative data on the chemical composition and energy value of 100 g of bread made from wheat flour of grade 1 and with wheat extrudate of 5 % and 7 %

Пищевые вещества, г	Хлеб из пшеничной муки I сорта	Хлеб из пшеничной муки I сорта с добавлением 5 % экструдата	Хлеб из пшеничной муки I сорта с добавлением 7 % экструдата
Белки, г	6,37	6,44	6,47
Жиры, г	0,74	0,79	0,83
Углеводы, г	41,78	41,05	40,08
Na, мг	339,39	339,49	339,52
K, мг	114,07	110,2	108,75
Ca, мг	17,79	17,88	17,89
P, мг	74,55	72,26	71,39
ЭЦ	199 Ккал / 833 кДж	197 Ккал / 824 кДж	193 Ккал / 809,9 кДж

Энергетическая ценность выпечки с добавлением 5 % пшеничного экструдата снижается на 2 Ккал, добавление 7 % пшеничного экструдата снижает энергетическую ценность в сравнении с контролем на 6 Ккал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований различных соотношений смеси пшеничной хлебопекарной муки из зерна сорта Новосибирская 15 и пшеничного экструдата показали, что с увеличением процентного содержания пшеничного экструдата содержание сырой клейковины снижается, тем не менее добавление экструдата к пшеничной муке сорта в соотношениях 7 %, 10 %, 15 %, 20 % и 25 % приводит к повышению качества сырой клейковины.

Разработана рецептура выпечки хлеба из пшеничной муки с добавлением пшеничного экструдата. В ходе работы были определены физико-химические и хлебопекарные качества хлеба из муки пшеницы сорта Новосибирская 15 с добавлением пшеничного экструдата, которые показали, что оптимальное процентное соотношение добавления пшеничного экструдата к пшеничной муке это 5 % и 7 % экструдата.

Проанализировав расчет химического состава и энергетической ценности 100 г хлеба из пшеничной муки 1 сорта, можно сделать вывод, что добавление 5 % и 7 % пшеничного экструдата положительно сказывается на показателе белка, жира и кальция. Количество углеводов снижается, что ведет к понижению калорийности хлеба.

Исследование показало перспективность использования пшеничного экструдата из экструдированного зерна в хлебопечении для повышения пищевой ценности и снижения калорийности хлебобулочных изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Kozulina N., Lipshin A., Bobrovsky A. [et al.]. Influence of soil fertility on the yield and grain quality of spring wheat in the conditions of Central Siberia // IX International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, Vol. 486. Web of Conferences: EDP Sciences - Web of Conferences, 2024. P. 06005.
- Ванина К.М. Народно-хозяйственное значение озимой пшеницы и ее роль в продовольственной безопасности страны // Студенческий. 2024. № 20–6 (274). С. 48–50.
- Khalid A., Hameed A., Tahir M. Wheat quality: A review on chemical composition, nutritional attributes, grain anatomy, types, classification, and function of seed storage proteins in bread making quality // Frontiers in Nutrition. 2023. Vol. 10. Doi: 10.3389/fnut.2023.1053196.

- Ijarotimi O.S., Ogunjobi O.G., Oluwajuyitan T.D. Gluten free and high protein-fiber wheat flour blends: Macromicronutrient, dietary fiber, functional properties, and sensory attributes // Food Chemistry Advances. 2022. Vol. 1. P. 100134.

- Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении / Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 4. С. 79–83.

- Шабурова Г.В., Волошина М.О., Казакова Е.С. Зерновые экструдаты – источники функциональных пищевых ингредиентов для булочных и мучных кондитерских изделий // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего. 2013. № 6 (10). С. 112–117.

- Юсупова Г.Г., Зданович Ю.И., Черкасова Э.И. Применение энергии СВЧ-поля для обеспечения безопасности и улучшения качества продуктов растительного происхождения // Хранение и переработка сельхозсырья. 2005. № 7. С. 27–30.

- Воронина П.К. Практические перспективы термомпластической экструзии крахмалсодержащего зернового сырья в формировании качества продовольственных товаров // Инновационная техника и технология. 2015. № 3 (4). С. 5–12.

- Повышение качества нативной клейковины путем использования метода термомпластической экструзии / Бобренева И.В., Мерников Д.А., Степанов В.И., Иванов В.В. // Перспективные биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов. Материалы VII Международного научно-практического симпозиума. Москва : ВНИИ пищевой биотехнологии, 2014. С. 237–241.

- Vivian O., Vassilis K., Kolawole O. Extrusion processing of raw food materials and by-products: A review // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2019. V. 59. No. 18. P. 2979–2998. doi: 10.1080/10408398.2018.1480007.

- Николаева Т.А. Изучение полезных свойств отрубей применение в технологии приготовления блюд // Colloquium-journal. 2019. № 13 (37). С. 18–21.

- Совершенствование технологии производства хлебобулочного изделия на основе измельченного проросшего зерна пшеницы / Ф.К. Хузин, З.А. Канарская, А.Р. Ивлева, В.М. Гематдинова // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 1. С. 178–187. doi: 10.20914/2310-1202-2017-1-178-187.

- Аверин Н.Е. Использование экструдированных зерновых продуктов в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения // Пищевая промышленность. 2007. № 5. С. 5–9.

- Курочкин А.А., Зимяков В.М. Теоретическое обоснование конструктивно-технологической схемы модернизированного термовакуумного экструдера // Нива Поволжья. 2021. № 2(59). С. 128–134.

- Технология экструзионных продуктов / А.Н. Остриков, Г.О. Магомедов, Н.М. Дерканосова, В.Н. Василенко, О.В. Абрамов, К.В. Платов. Санкт-Петербург : Проспект науки, 2007. 202 с.

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРУДИРОВАННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

16. Янова М.А., Присухина Н.В., Мельникова Е.В. Модификация компонентов рецептурного состава хлебо-булочных изделий с применением текстурированных смесей // Вестник КрасГАУ. 2020. № 2 (155). С. 117–126.
17. Шмалько Н.А., Беликова А.В., Росляков Ю.Ф. Использование экструдированных продуктов в хлебопечении // Фундаментальные исследования. 2007. № 7. С. 90–92.
18. Янова М.А., Присухина Н.В., Горбунова Т.А. Влияние текстурированных продуктов из зернового сырья на состояние углеводно-амилазного комплекса в мучных смесях для хлебобулочных изделий // Вестник КрасГАУ. 2019. № 11 (152). С. 127–132.
19. Изменение показателей качества сырой клейковины в зависимости от содержания текстурированной муки в тесте / Н.С. Герасимова, И.А. Чаплыгина, В.В. Матюшев, Л.В. Плеханова // Актуальные вопросы переработки и формирование качества продукции АПК: Материалы II Международной научной конференции. Красноярск : КрасГАУ, 2023. С. 124–127.
20. ГОСТ 27669-88. Межгосударственный стандарт. Мука пшеничная хлебопекарная. Лабораторная пробная выпечка из пшеничной муки. Москва : Стандартинформ, 2007. 10 с.
21. Химический состав российских пищевых продуктов : Справочник. Под ред. член-корр. МАИ, проф. И.М. Скурихина, академика РАМН, проф. В.А. Тутельяна. Москва : ДеЛипринт, 2002. 236 с.
22. Химический состав и питательность зерна пшеницы, ячменя и кукурузы в зависимости от способов подготовки их к скармливанию / Н.Н. Швецов, Н.П. Зуев, М.М. Наумов, А.И. Булгаков, М.Р. Швецов [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. № 12 (134). 2015. С. 6.
23. Малкина В.Д. Повышение эффективности хлебопекарного производства на основе модификации свойств сырья : автореферат дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01. Москва, 1996. 50 с.
24. Технологии и оборудование для экструдирования растительного сырья : учеб. пособие / В.И. Пахомов, Д.В. Рудой, Т.И. Тупольских, А.Н. Соловьев [и др.]. Донской государственный технический университет. Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2018. 108 с.

Информация об авторах

Н. С. Герасимова – научный сотрудник лаборатории технологической оценки качества зерна КрасНИИСХ, ФИЦ КНЦ СО РАН, аспирант ФИЦ КНЦ СО РАН.

М. А. Янова – доктор технических наук, доцент кафедры Технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет.

Н. С. Козулина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории сортовых агротехнологий КрасНИИСХ, ФИЦ КНЦ СО РАН.

А. В. Бобровский – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории сортовых агротехнологий КрасНИИСХ, ФИЦ КНЦ СО РАН.

Information about the authors

N.S. Gerasimova - is a researcher at the Laboratory of Technological Assessment of Grain Quality at KrasNIISKH, FITC KSC SB RAS, postgraduate student at FITC KSC SB RAS.

M.A. Yanova - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Bakery, Confectionery and Pasta Production, Krasnoyarsk State Agrarian University.

N.S. Kozulina - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Researcher at the Laboratory of Varietal Agrotechnology, KrasNIISKH, FITC KSC SB RAS.

A.V. Bobrovsky - candidate of Agricultural Sciences, a leading researcher at the Laboratory of Varietal Agrotechnologies of KrasNIISKH, FITC KSC SB RAS.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 17 декабря 2025; одобрена после рецензирования 24 апреля 2026; принята к публикации 18 мая 2026.

The article was received by the editorial board on 17 Dec 2025; approved after editing on 24 Apr 2026; accepted for publication on 18 May 2026.