

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-4-30-39>

УДК 664.76.004.12



## Воздействие обогащающих добавок на показатели качества зернового экструдированного продукта

Е.Н. Ефремова✉, Н.Ю. Петров, Е.А. Захарова

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет»;  
Волгоград, Российская Федерация,  
✉Elenalob@rambler.ru

**Аннотация. Введение.** В настоящее время важно обеспечить организм полноценным и сбалансированным питанием. Создание обогащенных продуктов питательными веществами, способствует, повышению их пищевой ценности. Поэтому основной задачей исследования было разработать готовый к употреблению продукт с оптимальным составом, что также поспособствует развитию ограниченной сферы функционального питания. **Цель исследования.** Исследовать влияние обогащающих добавок на показатели качества зернового экструдированного продукта. **Задачи:** изучить влияние вкусовых и обогащающих добавок на качество готового продукта; разработать рецептуру ячменных палочек и получить опытный образец; исследовать показатели качества готового продукта. **Объектом исследования** данной работы явились: палочки экструдированные ячменные, обогащенные овсяными отрубями и мукой киноа. **Методы исследования.** Работа была проведена на базе кафедры «Технологии производства и экспертиза товаров» ФГБОУ ВО Волгоградского государственного аграрного университета. Была разработана рецептура палочек, где 50 % основного сырья составила ячменная мука, вспомогательного – мука киноа, отруби овсяные и миндальное масло. **Результаты и обсуждение.** Результаты органолептических и физико-химических показателей соответствовали требованиям ГОСТ Р 50365-92. По результатам органолептической оценки было установлено, что по внешнему виду палочки были тонкие, воздушные, имели пузырчатые вздутия, по цвету светло-коричневые в сахарной пудре, имели выраженный запах зерновых, сладковатые, консистенция была хрупкая. Пищевая ценность палочек составила 171 ккал, количество пищевых волокон в 100 г продукта составляло 9,37 мг, основной показатель пищевых волокон был за счет добавления ячменной муки. **Заключение.** При проведении исследования были разработаны ячменные палочки, основным сырьем для изготовления которых являются ячменная мука, также мука киноа, овсяные отруби.

**Ключевые слова:** экструдированный продукт, мука киноа, овсяные отруби, ячменная мука, органолептические показатели, физико-химические показатели, пищевая ценность

**Для цитирования:** Ефремова Е.Н., Петров Н.Ю., Захарова Е.А. Воздействие обогащающих добавок на показатели качества зернового экструдированного продукта. *Новые технологии / New technologies*. 2025; 21(4): 30-39. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-4-30-39>

## The effect of fortifying additives on the quality indicators of extruded grain products

E.N. Efremova✉, N.Yu. Petrov, E.A. Zakharova

Volgograd State Agrarian University; Volgograd, the Russian Federation  
✉Elenalob@rambler.ru

**Abstract. Introduction.** Currently, it is important to provide the body with complete and balanced nutrition. The creation of products fortified with nutrients contributes to their increased nutritional value. Therefore, the main objective of the research was to develop a ready-to-eat product with an optimal composition, which will also contribute to the development of a limited field of functional nutrition. **The goal of the research** is to study the impact of fortifying additives on the quality indicators of extruded grain products. The objectives are to study the impact of flavoring and fortifying additives on the quality of the finished product; to develop a recipe for barley sticks and obtain a pilot sample; to analyze the quality indicators of the finished product. The object of this research was extruded barley sticks enriched with oat bran and quinoa flour. **The research methods.** The research was conducted at the Department of Production Technology and Product Expertise of Volgograd State Agrarian University. A recipe for sticks was developed, in which 50% of the main raw material was barley flour, 50% of the auxiliary raw materials were quinoa flour, oat bran, and almond oil. **The results and discussion.** The results of the organoleptic and physicochemical indicators complied with the requirements of GOST R 50365-92. According to the results of the organoleptic evaluation, it was established that the sticks were thin and airy in appearance, had bubbly swellings, were light brown in color in powdered sugar, had a pronounced cereal smell, a sweetish taste, and a brittle consistency. The nutritional value of the sticks was 171 kcal, and the amount of dietary fiber per 100 g of product was 9.37 mg, primarily due to the addition of barley flour. **Conclusion.** Barley sticks were developed using barley flour as the main raw material, as well as quinoa flour and oat bran.

**Keywords:** extruded product, quinoa flour, oat bran, barley flour, organoleptic properties, physicochemical properties, nutritional value

**For citation:** Efremova E.N., Petrov N.Yu., Zakharova E.A. The effect of fortifying additives on the quality indicators of extruded grain products. *Novye Tehnologii / New Technologies*. 2025; 21(4): 30-39. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-4-30-39>

**Введение.** Проблема ухудшающейся экологии и несбалансированного питания населения России делает актуальным расширение ассортимента функциональных продуктов. В стране широко распространен дефицит витаминов, особенно витамина С, который наблюдается у 80-90% обследуемых, у которых недостаток достигал 50-80%. Не хватает также витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub> и фолиевой кислоты у 40-80% жителей [1, 2, 3].

В России наблюдается постоянный рост популярности продуктов быстрого приготовления, которые уже употребляют свыше 40% населения. Как показывает как международный, так и отечественный опыт, оправданным способом обеспечения населения необходимыми микронутриентами является дополнительное обогащение массовых продуктов питания.

Зерновые культуры занимают значительное место в рационе россиян. Они обеспечивают разнообразное и полезное питание. Сухие завтраки и хлеб являются

важными источниками необходимых питательных веществ, витаминов и минералов. Если зерно подвергается специальной обработке, его пищевая ценность значительно увеличивается. Существует технология, которая позволяет не только создать продукт с отличными органолептическими свойствами, но и сохранить его полезные характеристики. Экструзия помогает производить легко усваиваемые продукты питания с высокими вкусовыми качествами, готовые к употреблению [4, 5, 6].

Необходимо отметить и то, что в целом несбалансированная структура питания населения России является одной из главных причин увеличения доли людей, страдающих от избыточного веса и ожирения, анемии, дефицита йода, диабета, заболеваний сердца и др. Кроме того, сбалансированное здоровое питание является значимым фактором и в борьбе с последствиями пандемии COVID-19 [7].

Продовольственная безопасность была и остается одной из первых задач сельско-

хозяйственной политики государства. Главной зерновой культурой, произрастающей в России, является пшеница, которая занимает первое место среди зерновых культур. Второе место занимает выращивание ячменя, затем овса, кукурузы (желтой и белой).

Зерновые культуры представляют собой сущность продовольственной безопасности, а аграрный сектор имеет непосредственное влияние на образ жизни человека и питание.

**Цель исследования.** Исследовать влияние обогащающих добавок на показатели качества зернового экструдированного продукта.

Задачи:

- изучить влияние вкусовых и обогащающих добавок на качество готового продукта;
- разработать рецептуру ячменных палочек и получить опытный образец;
- исследовать показатели качества готового продукта.

**Методы исследования.** Исследование проводили на базе кафедры «Технология производства и экспертиза товаров» ФГБОУ ВО Волгоградского государственного аграрного университета. Объект исследования: палочки экструдированные ячменные, обогащенные овсяными отрубями и мукой киноа. Органолептические показатели продукта определяли по ГОСТ 15113.1-77 «Концентраты пищевые. Методы определения качества упаковки, массы нетто, объемной массы, массовой доли отдельных компонентов, размера отдельных видов продукта и крупности помола» и физико-химические показатели качества определяли по ГОСТ 15113.4-2021 «Концентраты пищевые. Гравиметрические методы определения массовой доли влаги» и по ГОСТ 15113.6-77 «Концентраты пищевые. Методы определения сахарозы». В данных государственных стандартах описаны методики выполнения измерений.

**Результаты и обсуждение.** В качестве основного ингредиента палочек была вы-

Новые технологии / New Technologies, 2025; 21 (4)

брана ячменная мука. Этот выбор зависит от богатого химического состава этого вида зерна, а его выращивание занимает второе место после выращивания пшеницы: зерна ячменя содержат большое количество питательных веществ – жиров, белков, пищевых волокон, углеводов и др. Зерна ячменя богаты витаминами В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, РР и F, а также минеральными веществами – фосфором, калием, магнием и кальцием.

Активные компоненты, содержащиеся в ячмене, включая пищевые волокна, полифенольные соединения, белковую фракцию и резистентный крахмал оказывают влияние на пищевые и функциональные свойства в улучшении метаболизма глюкозы и жира. Хотя продукты из ячменя присутствуют на рынке уже много лет, ассортимент основных продуктов все еще несколько ограничен [8, 9].

В последние годы киноа привлекла внимание после того, как было обнаружено, что она является одним из самых ценных источников пищи. Киноа содержит все незаменимые аминокислоты, которые организм человека самостоятельно не может синтезировать.

Зерна киноа перемалываются, и полученную муку можно использовать как добавку для приготовления различных видов выпечки и хлеба. Киноа добавляют в пищевые продукты в виде порошка для повышения пищевой ценности и повышения содержания незаменимых аминокислот.

Киноа считается псевдозерном и признана полноценным продуктом питания из-за высокого содержания белка (15%). Обладает важными питательными свойствами из-за отличного баланса аминокислот. Это важный источник минералов и витаминов, а также было обнаружено, что она содержит соединения с питательными свойствами, такими как полифенолы, фитостеролы и флавоноиды. Киноа обладает некоторыми функциональными и функционально-технологическими свойствами, такими как растворимость, водоудерживающая способность, кристалличность, эмуль-

гируемость и пенообразование, которые позволяют использовать его в различных областях. Киноа обладает высокой питательной ценностью [10].

Киноа богата полезными для здоровья фитохимическими веществами, аминокислотами, клетчаткой, полиненасыщенными жирными кислотами, витаминами, минералами, сапонинами, фитостеролами, фенолами, беталаином и глицин-бетаином. На основе киноа проведены клинические исследования, которые показали, что добавка киноа оказывает значительное влияние на здоровье сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта у людей [10, 11]. Грубая структура киноа делает ее более питательной, чем большинство злаков, и она является отличным источником энергии благодаря содержанию углеводов 61-74%. Киноа также содержит незаменимые аминокислоты (лизин, треонин, валин, лейцин, триптофан, фенилаланин, тирозин и метионин), которые не могут синтезироваться в организме. Аминокислотный состав белка киноа близок к идеальному белковому балансу. Киноа богат лизином, благодаря высокому содержанию белка его можно использовать в качестве питательных веществ в пищевых продуктах.

Киноа содержит высокий процент кальция, магния, железа, фосфора, меди и цинка, является источником витаминов, таких как фолиевая кислота, витамин С, бета-каротин и др. Мука киноа богата полезными для здоровья фитохимическими веществами, аминокислотами, клетчаткой, полиненасыщенными жирными кислотами, витаминами, минералами, сапонинами и фитостеролами, фенолами, беталаином и глицин-бетаином [10].

Отруби – это измельченная оболочка зерна, включающая зерновой зародыш и алейроновый слой (самые полезные компоненты зерна, содержащие массу полезных веществ). Оценивая их биологическую ценность, можно сказать, что в оболочках, зародыше и алейроновом слое находится

до 90% полезных веществ, все это сохраняется в отрубях [11, 12].

Отруби являются отличным источником клетчатки, что особенно важно для нормальной работы кишечника и системы пищеварения в целом.

Овсяные отруби являются хорошо известным продуктом на рынке, признанным за его роль в снижении уровня холестерина в крови, а последние исследования показали наличие глюкозидов, которые обладают ингибирующим действием против раковых клеток толстой кишки человека [13, 14, 15].

Свойства отрубей:

- содержат незаменимые микро- и макроэлементы, витамины А и Е, группы В, что также необходимо для поддержания ряда важнейших функций в организме человека;
- улучшают белковый, углеводный, энергетический, жировой и водно-солевой обмен;
- принимают участие в процессе кроветворения;
- участвуют в регулировке функций сердечно-сосудистой, нервной, пищеварительной и мышечной систем человека;
- очищают организм от тяжелых металлов;
- нормализуют работу кишечника;
- уменьшают риск возникновения опухолей в области толстой кишки.

Основную часть отрубей составляют пищевые волокна – клетчатка, которая, перемешиваясь в кишечнике с пищей, впитывает в себя лишнюю влагу, токсины, соединения тяжелых металлов.

Сахарная пудра была внесена в продукт в качестве добавки для придания вкуса. Для наилучшего прилипания сахарной пудры изделие смазывают растительным маслом. Для этой цели было выбрано миндальное масло, так как оно безопасно и играет потенциальную роль в управлении сердечно-сосудистыми рисками, гомеостазе глюкозы, снижении окислительного стресса и нейропротекции [16, 17, 18].

Исходя из поставленных задач, нами получен лабораторный образец экструдированных зерновых палочек по схеме, представленной на рисунке 1.



**Рис. 1.** Векторная схема получения экструдированных палочек

**Fig. 1.** Vector diagram for obtaining extruded sticks

При приготовлении палочек ячменная и киноа крупы просеивались, после чего направлялись на измельчение в лабораторной мельнице до получения муки. Полученную муку просеивали через сита с диаметром отверстий 0,5-0,7 мм, параллельно готовили крахмал и отруби. Затем все компоненты взвешивали. Полученную смесь экструдировали в одношнековом экструдере при температуре 170-190°C; давлении 12-20 МПа в течение 12-15 минут. Полученные палочки охлаждали на воздухе, после чего сбрызгивали маслом, а затем нанесли на них сахарную пудру.

В процессе проведения исследования было составлено несколько рецептов, отличающихся содержанием ячменной муки и отрубей овсяных. В таблице 1 представлена рецептура экструдированных ячменных палочек в зависимости от количества внесенной ячменной муки и отрубей овсяных. В качестве основных компонентов в рецептуре экструдированных палочек использовалась ячменная мука, а в качестве дополнительных компонентов – мука киноа, крахмал, сахарная пудра, миндальное масло, отруби овсяные.

Новые технологии / New Technologies, 2025; 21 (4)

**Таблица 1.** Рецептура экструдированных ячменных палочек

**Table 1.** Formulation of extruded barley sticks

Компоненты рецептуры	Масса на 100 г готового продукта, г			
	контрольный образец	первый образец	второй образец	третий образец
Ячменная мука, г	20,0	30,0	50,0	60,0
Мука киноа, г	15,0	15,0	15,0	15,0
Отруби овсяные	40,0	30,0	10,0	-
Кукурузный крахмал	10,0	10,0	10,0	10,0
Миндальное масло	5,0	5,0	5,0	5,0
Сахарная пудра	10,0	10,0	10,0	10,0
Итого	100	100	100	100

За контрольный образец взяли ячменную муку в количестве 20 г, отрубей овсяных 40 г, в остальных образцах происходила замена отрубей овсяных на ячменную муку.

Результаты органолептических показателей готового продукта представлены в таблице 2.

По результатам таблицы 2 органолептической оценки палочек, было установлено, что согласно ГОСТ Р 50365-92 наилучшим является второй образец. По результатам органолептической оценки было установлено, что по внешнему виду палочки были тонкие, воздушные, имели пузырчатые вздутия, по цвету светло-коричневые в сахарной пудре, имели выраженный запах зерновых, сладковатые, консистенция была хрупкая, пористая. В результате при изучении разных пропорций ячменной муки (20, 30, 50 и 60 г) и их влияния на консистенцию лучший образец был при содержании ячменной муки в количестве 50 г, продукт получился хрупкой и пористой структурой, сладковатой по вкусу.

Результаты физико-химических показателей ячменных палочек второго образца отражены в таблице 3.

Результаты изучения физико-химических показателей свидетельствуют о соответствии продукта требованиям ГОСТ Р 50365-92. Массовая доля сахарозы выше на 3 % нормы по ГОСТ Р 50365-92.

Предназначенные для реализации пищевые продукты должны удовлетворять физиологическим потребностям человека в необ-

ходимых веществах и энергии, соответствовать обязательным требованиям, установленным законодательством РФ. Ежедневный пищевой рацион должен обеспечивать поступление в организм достаточного количества белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, витаминов и воды.

**Таблица 2.** Органолептические показатели экструдированных ячменных палочек

**Table 2.** Organoleptic properties of extruded barley sticks

Показатель	Контрольный образец	Первый образец	Второй образец	Третий образец	Норма по ГОСТ Р 50365-92
Внешний вид	Тонкие, невздушные	Тонкие, вздушные	Тонкие, вздушные, поджаренные, имеются пузырчатые вздутия	Ломкие, грубые, пузырчатость отсутствует	Тонкие, поджаренные, разной формы, с поверхностью, имеющей пузырчатые вздутия
Цвет	Желтый, в сахарной пудре	Светлокоричневый, в сахарной пудре	Светлокоричневый, в сахарной пудре, неравномерный	Кремовый, в сахарной пудре	Желтый и кремовый разных оттенков, в зависимости от использования сырьев
Запах	Выраженный запах зерновых, свойственный поджаренным хлопьям.	Выраженный запах зерновых, свойственный поджаренным хлопьям.	Выраженный запах зерновых, свойственный поджаренным хлопьям.	Выраженный запах зерновых, свойственный поджаренным хлопьям.	Свойственный поджаренным хлопьям.
Вкус	Посторонний привкус не присутствует	Поджаренные, посторонний привкус не присутствует	Сладковатый, мягкий, посторонний привкус не присутствует	Поджаренный, посторонний привкус не присутствует	Свойственный поджаренным хлопьям. Посторонний привкус не допускается
Консистенция	Хрупкая, пористая	Хрупкая, пористая	Хрупкая, пористая	Хрупкая, пористая	Хрупкая, не жесткая

В таблице 4 представлена пищевая ценность по составу продуктов экструдированных ячменных палочек.

При анализе таблицы 4 наибольший показатель калорийности был в миндальном масле 900 ккал/100 г, наименьший в отрубях овсяных – 11 ккал/100 г. Пищевыми волокнами богата ячменная мука и насчитывает 7,25 мг на 100 г продукта.

**Таблица 3.** Физико-химические показатели готового продукта  
**Table 3.** Physicochemical properties of the finished product

Показатель качества	Ячменные палочки с овсяными отрубями (второй образец)	Норма по ГОСТ Р 50365-92
Массовая доля влаги, %	3,0 ± 0,2	не более 5
Массовая доля сахарозы, %	29,8 ± 0,4	не менее 26
Массовая доля поваренной соли, %	3,0 ± 0,4	не более 6
Массовая доля мелочи, %	1,1 ± 0,2	не более 12,0
Массовая доля стекловидных хлопьев, %	3,2 ± 0,4	не более 12,0

**Таблица 4.** Пищевая ценность экструдированных ячменных палочек с овсяными отрубями (второй образец), ккал/100 г

**Table 4.** Nutritional value of extruded barley sticks with oat bran (second sample), kcal/100 g

Пищевые вещества	Ячменная мука	Мука киноа	Отруби овсяные	Крахмал кукурузный	Миндальное масло	Сахарная пудра
Белки, г	5,15	2,32	0,8	0,03	0	0
Жиры, г	1,2	1,125	0,4	0,01	100	0
Углеводы, г	28,2	10,125	1	9,1	0	99,8
Пищевые волокна, мг	7,25	0,375	1,65	0,09	-	-
Калорийность, ккал/100 г	144	60	11	37	900	399

В таблице 5 представлен расчет калорийности готового изделия экструдированных ячменных палочек.

**Таблица 5.** Расчет калорийности экструдированных ячменных палочек с овсяными отрубями (второй образец)

**Table 5.** Calculation of caloric content of extruded barley sticks with oat bran (second sample)

Компоненты рецептуры	Вес, г	Калорийность, ккал/100 г	Калорийность, ккал
Ячменная мука, г	50	144	72
Мука киноа, г	15	60	9
Отруби овсяные	10	11	1
Кукурузный крахмал	10	37	4
Миндальное масло	5	900	45
Сахарная пудра	10	399	40
Итого	100		171

При расчете калорийности готового продукта калорийность составила 171 ккал. Расчет был проведен в зависимости от рецептуры. Из приведенных расчетов можно сделать вывод, что низкая калорийность отрубей овсяных, кукурузного крахмала и Новые технологии / New Technologies, 2025; 21 (4)

муки киноа при изготовлении экструдированных палочек практически не влияет на энергетическую ценность.

**Заключение.** Разработана рецептура ячменных палочек, обогащенных овсяными отрубями и мукой киноа с целью внедрения продукта в рационы питания. Работа предусматривала разработку четырех образцов. Контрольный образец включал ячменную муку в количестве 20 г, отруби овсяные – 40 г. В исследовании была проведена частичная и полная замена отрубей овсяных на ячменную муку и выбран наилучший вариант по органолептическим показателям. Образец, в составе которого содержалось 50 г ячменной муки и 10 г отрубей овсяных, соответствовал требованиям ГОСТ Р 50365-92. В результате использования в составе рецептуры основ-

ного сырья – ячменной муки, в работе был описан состав зерна ячменя, компоненты, оказывающие влияние на пищевые и функциональные свойства в организме человека. Также были описаны полезные свойства зерна киноа и овсяных отрубей. Разработанная рецептура позволит компенсировать нехватку питательных веществ и продуктов, обогащенных витаминами, пищевыми волокнами и важными минералами. Проведена оценка качества ячменных палочек в соответствии с требованиями стандартов. По органолептическим и физико-химическим показателям палочки отвечали требованиям ГОСТ Р 50365-92, имели тонкий внешний вид, были поджаренные, хрупкие, по цвету светло-коричневые в сахарной пудре, на вкус сладковатые. Массовая доля сахарозы составила  $29,8 \pm 0,4$  %.

### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

### CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жушман А.И., Лукин Н.Д. Опыт производства крахмалопродуктов для детского, лечебного и диетического питания. М.: АгроНИИТЭИПП, 1992. 28 с.
2. Дунаев А.Н. Производство зерновых завтраков в США // Пищевая промышленность. 1992. № 6. С. 29-31.
3. Жушман А.И., Карпов В.Г., Коптелова Е.К. Новое в технике и технологии производства пищевых продуктов экструзионным методом: информационный обзор. М.: Информагротех, 1991. 56 с.
4. Sezgin, Aybuke Ceyhun, Sanlier, Nevin. A new generation plant for the conventional cuisine: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) // Trends in Food Science & Technology. 2019. Vol. 86. P. 51-58.
5. Ефремова Е.Н. Совершенствование рецептуры пшеничного хлеба добавками, обладающими функциональными и технологическими свойствами // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 4 (40). С. 207-213.
6. Магомедов Г.О., Карпенко В.И., Журавлев А.А. Реологические свойства теста с экстрактом овса // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. № 1. С. 27-29.
7. Анищенко А.Н., Усманов Д.И. Изменение структуры питания населения регионов России как угроза обеспечения продовольственной безопасности // Креативная экономика. 2023. Т. 17, № 11. С. 4291-4308.
8. Скурихин И.М., Тутильян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания. М.: ДеЛи принт, 2008. 275 с.
9. Almond oil: A comprehensive review of chemical composition, extraction methods, preservation conditions, potential health benefits, and safety / Ouzir Mounir [et al.] // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2021. Vol. 20, No. 4. P. 3344-3387.
10. Гриднева Е.Е., Калиакпарова Г.Ш., Абдибеков С.У. Инновационная культура - киноа как альтернативный источник продуктов питания в республике Казахстан // Проблемы агрорынка. 2023. № 3. С. 131-140.

Новые технологии / New Technologies, 2025; 21 (4)

11. Влияние состава композитных смесей с пониженным содержанием глютена на реологические свойства теста на их основе / Ушакова Ю.В. [и др.] // Новые технологии. 2020. Т. 15, № 4. С. 74-83.
12. Калмыкова Е.В., Ефремова Е.Н. Переработка натурального растительного сырья и использование его в качестве добавок при производстве хлебобулочных изделий // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2013. № 4 (32). С. 172-177.
13. Остриков А.Н., Абрамов О.В., Рудометкин А.С. Экструзия в пищевой технологии. СПб.: ГИОРД, 2004. 280 с.
14. Павловская О.Е., Голвяница Л.Ф., Винникова Л.Г. Применение экструзии при производстве диетических продуктов, обогащенных пищевыми волокнами. М.: АгроНИИТЭИПП, 1992. 20 с.
15. Avenanthramide aglycones and glucosides in oat bran: chemical profile, levels in commercial oat products, and cytotoxicity to human colon cancer cells / Wu Wenbin [et al.] // Journal of agricultural and food chemistry. 2018. Vol. 66, No. 30. P. 8005-8014.
16. Фаст Р.Б., Колдуэлл Э.Ф. Зерновые завтраки. М.: Профессия, 2007. 532 с.
17. Микуляк А.Ю., Решетников Е.А., Лобосова Л.А. Показатели качества кукурузных палочек // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений: материалы VI Международной научно-технической конференции. Воронеж: ВГУИТ, 2017. С. 396-397.
18. Bashar Kishkiye, Jumma Merza, Francois Cara Beth. Studying the oil content of sweet almond kernels in the Syrian environment // Alley of Science. 2020. Vol. 1, No. 12. P. 83-88.

## REFERENCES

1. Zhushman, A.I., Lukin, N.D. Experience in the production of starch products for baby, medical, and dietary nutrition. Moscow: AgroNIITEIPP, 1992. 28 p. [In Russ.]
2. Dunaev, A.N. Breakfast cereal production in the USA // Food Industry. 1992. No. 6. P. 29-31. [In Russ.]
3. Zhushman, A.I., Karpov, V.G., Koptelova, E.K. New Developments in extrusion food production technology: an information review. Moscow: Informagrotech, 1991. 56 p. [In Russ.]
4. Sezgin, Aybuke Ceyhun, Sanlier, Nevin. A New Generation Plant for the Conventional Cuisine: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) // Trends in Food Science & Technology. 2019. Vol. 86. P. 51-58.
5. Efremova, E.N. Improving the recipe for wheat bread with additives with functional and technological properties // Bulletin of the Nizhnevolzhsky Agrarian University Complex: Science and Higher Professional Education. 2015. Issue 4 (40). P. 207-213. [In Russ.]
6. Magomedov, G.O., Karpenko, V.I., Zhuravlev, A.A. Rheological properties of dough with oat extrudate // Storage and processing of agricultural raw materials. 2010. Issue 1. P. 27-29. [In Russ.]
7. Anishchenko, A.N., Usmanov, D.I. Changing nutrition patterns of the population of Russian regions as a threat to food security // Creative Economy. 2023. Vol. 17, Issue 11. P. 4291-4308. [In Russ.]
8. Skurikhin, I.M., Tutilyan, V.A. Tables of chemical composition and caloric content of Russian food products. Moscow: DeLi print, 2008. 275 p. [In Russ.]
9. Almond oil: A comprehensive review of chemical composition, extraction methods, preservation conditions, potential health benefits, and safety / Ouzir Mounir [et al.] // Comprehensive reviews in food science and food safety. 2021. Vol. 20, Issue 4. P. 3344-3387.
10. Gridneva, E.E., Kaliakparova, G.Sh., Abdibekov, S.U. Innovative crop - quinoa as an alternative food source in the Republic of Kazakhstan // Problems of the agro-market. 2023. Issue 3. P. 131-140. [In Russ.]
11. Effect of the composition of composite mixtures with reduced gluten content on the rheological properties of dough based on them / Ushakova Yu.V. [et al.] // New Technologies. 2020. Vol. 15, Issue 4. P. 74-83. [In Russ.]
12. Kalmykova, E.V., Efremova, E.N. Processing of Natural Plant Raw Materials and Their Use as Additives in the Production of Bakery Products // News of the Nizhnevolzhsky Agrarian University Complex: Science and higher professional education. 2013. Issue 4 (32). P. 172-177. [In Russ.]



13. Ostrikov, A.N., Abramov, O.V., Rudometkin, A.S. Extrusion in food technology. St. Petersburg: GIOR, 2004. 280 p. [In Russ.]
14. Pavlovskaya, O.E., Golvyanitsa, L.F., Vinnikova, L.G. Use of extrusion in the production of dietary products enriched with dietary fiber. Moscow: AgroNIITEIPP, 1992. 20 p. [In Russ.]
15. Avenanthramide Aglycones and Glucosides in Oat Bran: Chemical Profile, Levels in Commercial Oat Products, and Cytotoxicity to Human Colon Cancer Cells / Wu Wenbin et al. // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2018. Vol. 66, Issue 30. P. 8005-8014.
16. Fast, R.B., Caldwell, E.F. Breakfast Cereals. Moscow: Profession, 2007. 532 p. [In Russ.]
17. Mikulyak, A.Yu., Reshetnikov, E.A., Lobosova, L.A. Quality indicators of corn sticks // New in the technology and engineering of functional food products based on medical and biological views: proceedings of the VI International scientific and technical conference. Voronezh: VSUET, 2017. P. 396-397. [In Russ.]
18. Bashar Kishkiye, Jumma Merza, Francois Cara Beth. Studying the oil content of sweet almond kernels in the Syrian environment // Alley of Science. 2020. Vol. 1, No. 12. Pp. 83-88.

### *Информация об авторах / Information about the authors*

**Ефремова Елена Николаевна**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой «Технологии производства и экспертиза товаров», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет»; 400002, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6048-0390>, e-mail: Elenalob@rambler.ru

**Петров Николай Юрьевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, кафедры «Технология хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и общественное питание», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет»; 400002, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1293-8277>, e-mail: npetrov60@list.ru

**Захарова Екатерина Александровна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедры «Инновационные технологии в АПК», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет»; 400002, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26, e-mail: e.zaharova92@yandex.ru

**Elena N. Efremova**, Dr Sci. (Agr.), Associate Professor, Head of the Department of Production Technologies and Product Expertise, Volgograd State Agrarian University; 400002, the Russian Federation, Volgograd, 26 Universitetsky Ave., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6048-0390>, e-mail: Elenalob@rambler.ru

**Nikolay Y. Petrov**, Dr Sci. (Agr.), Professor, Department of Technology of Storage and Processing of Agricultural Raw Materials and Public Catering, Volgograd State Agrarian University; 400002, the Russian Federation, Volgograd, 26 Universitetsky Ave, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1293-8277>, e-mail: npetrov60@list.ru

**Ekaterina A. Zakharova**, PhD (Agr.), Associate Professor, Department of Innovative Technologies in the Agro-Industrial Complex, Volgograd State Agrarian University; 400002, the Russian Federation, Volgograd, 26 Universitetsky Ave, e-mail: e.zaharova92@yandex.ru

### **Заявленный вклад авторов**

Ефремова Елена Николаевна – проведение эксперимента, подбор литературных источников.

Петров Николай Юрьевич – оформление статьи по требованиям, разработка методики исследования, валидация данных журнала

Захарова Екатерина Александровна – разработка методики исследования, валидация данных.

### **Claimed contribution of the authors**

Elena N. Efremova – conducting the experiment, selecting literary sources.

Nikolai Y. Petrov – preparation of the article according to the requirements, development of the research methodology, validation the Journal data.

Ekaterina A. Zakharova – development of the research methodology, validation the data.

Поступила в редакцию 16.10.2025

Поступила после рецензирования 21.11.2025

Принята к публикации 24.11.2025

Received 16.10.2025

Revised 21.11.2025

Accepted 24.11.2025