

Разработка рецептуры хлеба с пониженным содержанием фенилаланина

Мурашкина О.А., Ильяткова К.Г.

Аннотация. В последние годы растёт число пациентов с метаболическими нарушениями, в том числе с фенилкетонурией (ФКУ) – заболеванием, характеризующимся нарушением обмена фенилаланина (ФА). В России частота ФКУ составляет в среднем 1 случай на 7000, при этом ежегодный прирост заболеваемости среди детей и подростков превышает 5%. Основой терапии является строгая пожизненная диета с ограничением природного белка и исключением продуктов, богатых ФА (мясо, рыба, молочные продукты, злаки, хлеб и др.), что сужает привычный рацион почти на 98 %. Для восполнения нутриентного дефицита применяются специализированные белковые смеси, не содержащие ФА. Однако существующий ассортимент хлебобулочных изделий для данной группы пациентов ограничен и часто не отвечает органолептическим требованиям. В связи с этим разработка рецептур специализированного хлеба с пониженным содержанием фенилаланина является актуальной научно-практической задачей.

Ключевые слова: фенилкетонурия, фенилаланин, диета, хлеб, структурообразователь, рецептура.

Для цитирования: Мурашкина О.А., Ильяткова К.Г. Разработка рецептуры хлеба с пониженным содержанием фенилаланина // Инновационная техника и технология. 2026. Т. 13. № 2. С. 46–52.

Development of a bread recipe with a reduced content of phenylalanine

Murashkina O.A., Ilyatkova K.G.

Abstract. In recent years, the number of patients with metabolic disorders has been growing, including phenylketonuria (PKU), a disease characterized by impaired phenylalanine (PA) metabolism. In Russia, the incidence of PKU averages 1 in 7,000 cases, with an annual increase in incidence among children and adolescents exceeding 5%. The basis of treatment is a strict lifelong diet that limits natural protein and excludes PA-rich foods (meat, fish, dairy products, cereals, bread, etc.), which reduces the usual diet by almost 98%. To compensate for the nutrient deficiency, specialized PA-free protein mixtures are used. However, the existing range of bakery products for this group of patients is limited and often does not meet organoleptic requirements. Therefore, the development of specialized bread recipes with a reduced phenylalanine content is a pressing scientific and practical task.

Keywords: phenylketonuria, phenylalanine, diet, bread, structure-forming agent, recipe.

For citation: Murashkina O.A., Ilyatkova K.G. Development of a bread recipe with a reduced content of phenylalanine. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2026. Vol. 13. No. 2. pp. 46–52. (In Russ.).

Введение

Диетотерапия – патогенетически обоснованный и наиболее эффективный метод лечения классической ФКУ, основной целью ее является предупреждение развития повреждения ЦНС, неврологических нарушений и интеллектуального дефицита. Строгое соблюдение диеты требует практически полного исключения из рациона высо-

кобелковых продуктов животного и растительного происхождения. [1]

Традиционные хлебобулочные изделия, являющиеся основой рациона питания здорового человека, исключаются из диеты пациентов с ФКУ в связи с высоким содержанием белка (глютена) пшеничной муки, а, следовательно, и фенилаланина. Это приводит к существенному обеднению и несбалансированности рациона,

дефициту пищевых волокон, витаминов группы В и микроэлементов. [2]

В настоящее время на рынке присутствуют специализированные низкобелковые продукты, включая некоторые виды хлеба. Существующие аналоги специализированного хлеба часто имеют неудовлетворительные органолептические свойства и ограниченный ассортимент, что негативно сказывается на приверженности больных, особенно детей, к необходимой диетотерапии. В связи с этим, разработка новой рецептуры хлеба для больных ФКУ, сочетающей безопасность (сверхнизкое содержание фенилаланина), высокие потребительские качества и доступность, является актуальной научно-практической задачей. Решение данной проблемы позволит расширить ассортимент специализированных продуктов и повысить эффективность диетического лечения пациентов с ФКУ. [3]

В соответствии с изложенным, цель работы заключалась в разработке рецептуры (на основе безбелкового или низкобелкового сырья) и технологии хлеба с пониженным содержанием фенилаланина, обладающего улучшенными структурно-механическими и органолептическими свойствами.

Задачи:

- провести анализ низкобелкового сырья для производства хлеба;
- подобрать структурообразователь для теста;
- оценить качество готовых образцов по стандартным физико-химическим (влажность, кислотность, пористость) и органолептическим свойствам;
- установить оптимальные дозировки сырьевых компонентов.

Разработка хлебобулочных изделий для больных фенилкетонурией представляет собой комплексную технологическую задачу. Основная сложность заключается в необходимости полного или значительного исключения пшеничной муки, которая является основой любого хлеба, т.к. ее белок (глютен) содержит высокое количество фенилаланина. Это приводит к потере реологических свойств теста и его структурообразования. В связи с этим, все существующие технологические решения направлены на поиск альтернатив замены пшеничной муки и создание пористой структуры мякиша. [4]

Таблица 1 - Сравнительный анализ преимуществ и недостатков низкобелковой основы [8]

Подход / Ингредиент	Преимущества	Недостатки
Крахмалы нативные (кукурузный, картофельный, тапиоковый, пшеничный)	Доступность, низкая стоимость, нейтральный вкус.	Не формируют каркас, требуют обязательного использования ГК, продукт быстро черствеет.
Мука (маниока, рис, кукуруза)	«Чистый» состав, воспринимаются как более натуральные.	Могут иметь специфический привкус, нерегулярное качество сырья.
Гидроколлоиды (Ксантановая камедь)	Эффективность при низких дозировках, устойчивость к pH и температуре.	Может придавать изделию «тягуче-слизистую» текстуру при передозировке.
Гидроколлоиды	Формирует прочную гелевую структуру при выпечке, отличное формоудержание.	Высокая стоимость, требует точного соблюдения температурного режима.

На российском рынке специализированное питание для людей с фенилкетонурией представлена марками: Balviten (Польша), Мак Мастер (Россия), Sanavi (Италия), Nutricia (Нидерланды), «ГНУ ВНИИ Крахмалопродуктов» (Россия). Большинство изделий, которые представлены на нашем рынке, производятся в странах Европейского Союза, вследствие чего имеют высокую стоимость. [5]

Объекты и методы исследования

Анализ существующих рецептур хлебобулочных изделий для больных ФКУ можно классифицировать по типу используемой безбелковой или низкобелковой основы. Наиболее распространенной заменой пшеничной муки являются кукурузный, картофельный, тапиоковый, пшеничный крахмалы, они обеспечивают массу изделия и являются источником углеводов, но не формируют эластичный каркас. Или модифицированные крахмалы, которые используются для улучшения водопоглощительной способности, стабильности теста и консистенции готового продукта.

Также для производства низкобелковых хлебобулочных изделий рекомендуется использовать муку из клубнеплодов, например муку из маниоки (тапиоки), которая является одним из самых популярных ингредиентов, благодаря нейтральному вкусу и высокому содержанию крахмала.

Рисовый крахмал - обладает мягким вкусом, но при замесе теста часто требует добавления структурообразователей из-за отсутствия клейковины.

Кукурузная мука – придает характерный вкус и цвет, но может делать изделие более рассыпчатым.

Кукурузный крахмал – не имеет запаха и вкуса, но обладает высокой вязкостью при нагревании, что делает его незаменимым загустителем.

Картофельный крахмал – обладает высокой чистотой и нейтральным вкусом, придает выпечке пышность и мягкость

Саго - вкус нейтральный, часто с ореховыми нотами, при производстве хлебобулочных изделий саго используют как загуститель. [6]

Поскольку замена муки лишает тесто способности удерживать CO₂, главная технологическая

Таблица 2 - Сравнительный анализ природных структурообразователей [9]

Структурообразователь	Основная функция	Основные преимущества	Потенциальный недостаток
Ксантановая камедь	Создание вязкости и эластичности	Высокая эффективность при малых дозах, стабильность	«Резиновая» текстура при передозировке
Гуаровая камедь	Загущение, удержание влаги	Высокое водопоглощение, низкая цена	Менее эластичен, чем ксантан
Камедь рожкового дерева	Образование плотного геля	Стабильная структура	Высокая стоимость, возможная волокнистость
Шелуха подорожника (Psyllium)	Эластичность, газодержание	Наилучшая имитация глютена, источник клетчатки	Влияет на цвет, требует точной дозировки
Инулин	Водосвязывание, имитация жира	Пребиотик, улучшает пищевую ценность	Слабительный эффект в больших дозах
Льняная мука	Связывание, гелеобразование	Богатый состав Омега-3	Сильный вкус и цвет

Таблица 3 – Содержание фенилаланина, химический состав и энергетическая ценность в 100 граммах различных видов муки и крахмала [10]

Наименование сырья	Содержание фенилаланина, мг	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
Мука кукурузная	415	8,3	1,2	71	328
Мука рисовая	370	7,4	0,6	80,2	356
Мука амарантовая	542	8,9	1,7	61,8	298
Мука тапиоки	4	0,2	0	88,7	358
Крахмал пшеничный	20	0,4	0,1	86,8	353
Крахмал рисовый	42	0,8	0	85	348
Крахмал картофельный	5	0,1	-	78,2	313
Крахмал кукурузный	22	0,4	0,1	83,5	343

задача – создание искусственного каркаса. Это достигается за счет применения гидроколлоидов.

Наиболее распространенный выбор, ксантановая камедь, она создает вязкую псевдопластичную структуру, стабилизирует тесто, препятствует расслоению и обеспечивает эластичность, аналогичную глютену. Часто используются в комбинации с ксантановой камедью - гуаровая камедь, для синергетического эффекта, улучшения текстуры и влагоудержания.

Для равномерного распределению компонентов, улучшения пластичности теста и увеличения объема готового изделия за счет стабилизации газовых пузырьков, в качестве эмульгаторов рекомендуется использование лецитина, дистиллированных моноглицеридов.

Низкобелковое тесто, как правило, имеет более жидкую консистенцию, чем стандартное тесто для приготовления хлебобулочных изделий, что способствует газодержанию. В связи с этим для равномерного распределения пузырьков воздуха в тесте необходима интенсификация замеса.

Применение кислотных (например, молочнокислых) заквасок может улучшать вкус и аромат, маскируя посторонние привкусы сырья. Ферменты (амилазы, протеазы) используются для модификации крахмала и улучшения цвета корки. [7]

Сравнительный анализ преимуществ и недостатков низкобелковой основы представлен в таблице 1.

Основными недостатками существующих решений являются:

- Неудовлетворительные органолептические показатели (липкий, плотный или крошливый мякиш, посторонние привкусы).
- Высокая стоимость из-за использования импортных гидроколлоидов и специализированных смесей.
- Отсутствие универсальной рецептуры, требующей индивидуальной адаптации под конкретное сырье.

На основании проведенного анализа можно сделать выводы, что перспективным направлением является комбинирование различных видов крахмалов и муки (например, тапиоковой и кукурузной) с оптимизированными смесями гидроколлоидов и эмульгаторов. Это позволит улучшить структурно-механические и органолептические характеристики готового продукта, а также снизить себестоимость за счет рационального подбора сырья.

Природные структурообразователи (гидроколлоиды и волокна) призваны создать стабильный каркас в низкобелковой смеси, состоящей в основном из крахмалов. Наиболее эффективная и распространенная группа гидроколлоидов это камеди (ксантановая, гуаровая, камедь рожкового дерева). Они являются отличными загустителями, значительно увеличивают вязкость, хорошо удерживают воду, предотвращая черствение, обладают высокой водо-

Таблица 4 - Соотношение основного сырья в образцах теста

Образец	Мука рисовая, %	Мука тапиоки, %	Картофельный крахмал, %	Псиллиум, г
№1	50	25	25	100
№2	50	15	35	150, 0
№3	50	30	20	120

поглощительной способностью, но, при этом имеют высокую цену.

Также в качестве природного структурообразователя при производстве мучных изделий применяется пектин, содержащийся в клеточных стенках фруктов. Он образует гели, обладает пребиотическими свойствами, но для гелеобразования часто требуются специфические условия (кислая среда, сахар).

Растительные волокна и мука с высоким содержанием клетчатки, работают не только, как структурообразователь, но и как обогащающая добавка, что критически важно для рациона больных ФКУ, часто бедного клетчаткой. К этой группе относят инулин и олигофруктозу, они являются пребиотиками, обладают высокой водосвязывающей способностью, но в высоких дозах могут давать сладковатый привкус и вызывать газообразование. Мука из льняного семени является мощным гидроколлоидом, она связывает воду, скрепляет тесто, предотвращает крошливость, богата Омега-3, но сильно влияет на вкус и цвет готового изделия.

Один из самых эффективных природных заменителей глютена является шелуха семян подорожника (*Psyllium husk*). При контакте с водой образует очень вязкий гель, который придает тесту эластичность, удерживает газ. Формирует отличную структуру и объем, является источником ценной клетчатки.

Сравнительный анализ природных структурообразователей представлен в таблице 2.

Использование природных структурообразователей открывает широкие возможности для создания высококачественного, безопасного и полезного хлеба для больных фенилкетонурией, отвечающего современным требованиям потребителей к натуральному.

Таблица 5 – Рецептуры хлеба [11]

Наименование сырья	Контрольный образец, г	Масса нетто, г		
		Образец №1	Образец №2	Образец №3
Мука пшеничная 1-го сорта	1000	-	-	-
Мука рисовая	-	500	500	500
Мука тапиоки	-	250	150	300
Крахмал картофельный	-	250	350	200
Псиллиум	-	100	150	120
Соль	15	15	15	15
Сахар	80	80	80	80
Дрожжи сухие	15	15	15	15
Масло растительное	10	10	10	10

При выборе сырья для больных фенилкетонурией особое внимание уделили содержанию в нем фенилаланина. Был проведен сравнительный анализ аминокислотного и химического состава муки кукурузной, рисовой, амарантовой, тапиоки, крахмала пшеничного, рисового, картофельного и кукурузного, а также их энергетическая ценность. Данные виды сырья рассматриваются в качестве основных, так как разрешены к употреблению больным с фенилкетонурией. В таблице 3 представлено количество фенилаланина, химический состав и энергетическая ценность в 100 граммах различных видов муки и крахмала.

По итогам анализа было принято решение, в рецептуре хлеба, в качестве основного ингредиента использовать рисовую муку, муку тапиоки и картофельный крахмал.

Опытным путем было установлено, что без существенного ухудшения технологических свойств можно использовать кукурузный крахмал и муку тапиоки в соотношении от 1-50% от рисовой муки, в зависимости от использованной рецептуры.

Рисовая мука является основным наполнителем, обладает умеренной водопоглощительной способностью.

Мука тапиоки образует эластичный гель, способствует упругости и удержанию влаги.

Картофельный крахмал обладает высокой способностью к набуханию и дает большой подъем теста

Учитывая приоритет функциональных свойств и пользу различных структурообразователей, решено было в разрабатываемой рецептуре использовать псиллиум в количестве 10 – 20 г порошка на 100 г муки. Так как он не только решает технологическую задачу по созданию структуры, но и вносит существенный вклад в улучшение пищевого статуса пациента с ФКУ, обогащая рацион клетчаткой.

На первом этапе исследования поставили задачу получения теста из рисовой муки, муки тапиоки и картофельного крахмала. Для достижения связности теста необходимо присутствие структурообразователя, в качестве которого применили псиллиум.

Из перечисленного сырья были разработаны 3 варианта рецептур теста с различным соотношением муки и крахмала и структурообразователя в нём.

Таблица 6 – Органолептические показатели готового хлеба

Органолептические показатели	Контрольный образец [12]	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Форма	Округлая, не расплывчатая, без притисков	Ровная, округлая, не расплывчатая,	Расплывчатая, со слабым каркасом	Ровная, округлая, не расплывчатая,
Поверхность	Шероховатая, без крупных трещин и подрывов	Гладкая, равномерная, с тонкой эластичной корочкой	Сухая, слегка растрескавшаяся	Гладкая, с более плотной и упругой корочкой.
Цвет	От светло-желтого до светло коричневого	Светло-золотистый	Бледный, слабо выраженный	Золотисто-коричневый
Пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь. Эластичный, после легкого надавливания пальцами мякиш принимает первоначальную форму	Пропеченный, влажность сбалансирована. После легкого надавливания пальцами мякиш принимает первоначальную форму	Непропеченный, после надавливания пальцами мякиш не принимает первоначальную форму	Пропеченный, влажность сбалансирована. После легкого надавливания пальцами мякиш принимает первоначальную форму
Пористость	Развитая, без пустот и уплотнений	Развитая. Поры открытые, но не чрезмерно крупные.	Неравномерная. Рядом с крупными порами есть участки плотного, слабо пропеченного мякиша.	Развитая, мелкая, равномерная. Мякиш мягкий, плотный
Вкус	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса	Нейтральный, с легкими сладковато-ореховыми нотами от рисовой муки	Ощущается легкая липкость из-за непропеченного крахмала	Нейтральный, с легкими сладковато-ореховыми нотами от рисовой муки
Запах	Свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха	Нейтральный	Нейтральный	Нейтральный
Влажность, %	45	45 – 48	50 – 53	49 – 49
Кислотность, °Т	3	2 – 3	2 – 3	2 – 3
Пористость, %	72	70 – 85	60 – 65	65 – 70

Соотношение основного сырья в образцах теста представлено в таблице 4.

Результаты и их обсуждение

Образец №1 показал себя очень пластичным и упругим, даже спустя несколько минут после замеса. Сохранял структуру при раскатывании. Образец № 2 оказался чуть менее упругим, чем № 1, но довольно пластичным и прочным, хорошо раскатывался. Образец № 3 имел отличную пластичность и прочность. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что все три образца отличаются высокой пластичностью и мягкой текстурой, что делает их подходящими для приготовления хлебобулочных изделий.

На основании подготовленных образцов, разработали экспериментальные рецептуры теста. В качестве контрольного образца использовали дрожжевое тесто, изготовленное по базовой рецептуре. Рецептуры хлеба представлены в таблице 5.

Тесто для хлеба готовили по традиционному безопасному способу. Сущность этого способа заключается в приготовлении теста в одну стадию из всего сырья по рецептуре. Замешивание теста проводили в течение 10 минут. После замеса, тесто

оставляли для брожения в течение 150 – 240 минут, проводя обминку через 60 – 90 минут. Выбродившее тесто разделявали на куски необходимой массы и придавали форму тестовым заготовкам. Затем проводили окончательную расстойку в течение 30 – 50 минут. Выпечку готовых подовых изделий проводили в пекарном шкафу при температуре 215 – 250°C в течение 38 – 42 минуты.

Качество выпеченного хлеба определяли по органолептическим показателям (запах, вкус, поверхность, вид в изломе, структура и форма) и физико-химическим показателям (влажность, кислотность, пористость). Органолептические и физико-химические показатели выпеченного хлеба приведены в таблице 6.

Анализируя органолептические и физико-химические показатели, выпеченного хлеба, наиболее сбалансированным и перспективным для получения низкобелкового хлеба с высокими потребительскими свойствами является образец №1 с массовым соотношением сырья: рисовая мука (50%), мука тапиоки (25%), картофельный крахмал (25%) с добавлением псилиума (100 г на 1 кг смеси). Он демонстрирует наилучший компромисс между подъемом (за счет крахмала) и стабильностью структуры (за счет муки тапиоки и псилиума).

Образец №2 с массовым соотношением сырья: рисовая мука (50%), мука тапиоки (15%), картофельный крахмал (35%) с добавлением псилиума (150 г на 1 кг смеси) является наименее удачным из-за проблем с текстурой и пористостью.

Образец №3 с массовым соотношением сырья: рисовая мука (50%), мука тапиоки (30%), картофельный крахмал (20%) с добавлением псилиума (120 г на 1 кг смеси) может быть специализированным решением для рецептов, где требуется плотная, но эластичная текстура (например, для булок для бургеров).

Главным критерием в процессе разработки изделий был максимально низкий уровень фенилаланина при хороших органолептических показателях. Содержание фенилаланина в контрольном образце составило 550 мг на 100 г продукта. В опытных образцах зафиксировано значительное снижение данного показателя: в образце №1 — 189,5 мг, в образце №2 — 187,4 мг, в образце №3 — 187,2 мг на 100 г. Таким образом, содержание фенилаланина в разработанных образцах снизилось более чем в 2,9 раза по сравнению с контролем, при этом разница между опытными образцами составила не более

2,3 мг, что свидетельствует о стабильности и воспроизводимости предложенного технологического решения.

Выводы

Все экспериментальные образцы на основе рисовой муки, муки тапиоки и картофельного крахмала характеризуются низким содержанием фенилаланина. Полученные значения соответствуют нормативам диетотерапии ФКУ, что подтверждает принципиальную возможность включения их в рацион пациентов.

Проанализировав полученные данные, определена оптимальная рецептура хлеба для больных фенилкетонурией – образец №1. Данный образец при низком содержании фенилаланина, одновременно демонстрирует высокие потребительские качества.

Таким образом, определена и обоснована оптимальная рецептура низкобелкового хлеба, которая позволяет расширить ассортимент специализированных продуктов питания для больных фенилкетонурией, сочетая безопасность и высокие потребительские качества.

Литература

- [1] Клиточенко Г. В., Малюжинская Н. В., Степаненко К. В. Современные возможности диагностики и терапии фенилкетонурии // Лекарственный вестник. – 2021. – Т. 15. – №. 1. – С. 24-29.
- [2] Шестопалова Е. А., Байдакова Г. В., Куцев С. И. Оценка клинической эффективности PRAL-оптимизированных специализированных продуктов для диетического лечебного питания больных фенилкетонурией детей и взрослых линейки антифен/antifen® // ПМЖ. Мать и дитя. – 2025. – Т. 8. – №. 1. – С. 81-87.
- [3] Хлебникова В. А. Нетрадиционные компоненты в хлебопечении: проблемы и перспективы // Grand Altai Research & Education. – 2024. – №. 1. – С. 43-56.
- [4] Кокорина Д. С. Проектирование, технология и товароведная оценка обогащенного пшеничного хлеба и безглютеновых хлебцев с использованием функциональных ингредиентов муки киноа. – 2021.
- [5] Бушуева Т. В. И др. Вопросы обеспечения специализированными продуктами лечебного питания: мировая и отечественная практика // Неврологический журнал имени ЛО Бадаляна. – 2023. – Т. 4. – №. 1. – С. 20-28.
- [6] Зайцева Л. В. и др. Современные подходы к разработке рецептов безглютеновых хлебобулочных изделий // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89. – №. 1. – С. 77-85.
- [7] Тимакова Р. Т., Ильюхина Ю. В. Вестник Воронежского государственного университета

References

- [1] Klitochenko G. V., Malyuzhinskaya N. V., Stepanenko K. V. Modern possibilities of diagnosis and therapy of phenylketonuria // *Lekarstvennyi Vestnik*. – 2021. – V. 15. – No. 1. – P. 24-29.
- [2] Shestopalova E. A., Baidakova G. V., Kutsev S. I. Assessment of the clinical efficacy of PRAL-optimized specialized products for dietary medical nutrition of children and adults with phenylketonuria of the antifen/antifen® line // *RMJ. Mother and Child*. – 2025. – Vol. 8. – No. 1. – Pp. 81-87.
- [3] Khlebnikova V. A. Non-traditional components in baking: problems and prospects // *Grand Altai Research & Education*. – 2024. – No. 1. – Pp. 43-56.
- [4] Kokorina D. S. Design, technology, and commodity assessment of enriched wheat bread and gluten-free breadsticks using functional ingredients of quinoa flour. – 2021.
- [5] Bushueva T. V. et al. Issues of providing specialized medical nutrition products: global and domestic practice // *L.O. Badalyan Neurological Journal*. – 2023. – Vol. 4. – No. 1. – Pp. 20-28.
- [6] Zaitseva L. V. et al. Modern approaches to the development of gluten-free bakery products // *Nutrition Issues*. – 2020. – V. 89. – No. 1. – Pp. 77-85.
- [7] Timakova R. T., Ilyukhina Yu. V. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* // *Vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* Uchrediteli: Voronezhskiy gosudarstvennyy universitet inzhenernykh tekhnologiy. – 2022. – V. 84. – No. 1. – Pp. 410-417.

- инженерных технологий //Вестник воронежского государственного университета инженерных технологий Учредители: Воронежский государственный университет инженерных технологий. – 2022. – Т. 84. – №. 1. – С. 410-417.
- [8] Сабыржанова А. Е. И др. Сравнительный анализ химического состава безглютеновых продуктов //Иноватика в современном мире: опыт, проблемы и перспективы развития. – 2023. – С. 62-69.
- [9] Кокорина Д. С. Проектирование, технология и товароведная оценка обогащенного пшеничного хлеба и безглютеновых хлебцев с использованием функциональных ингредиентов муки киноа. – 2021.
- [10] Сабыржанова А. Е. и др. Сравнительный анализ химического состава безглютеновых продуктов //Иноватика в современном мире: опыт, проблемы и перспективы развития. – 2023. – С. 62-69.
- [11] Сборник рецептур на хлеб и хлебобулочные изделия / [сост. : П. С. Ершов]. - Изд. 11-е. - Санкт-Петербург : Профи, 2009. - 207 с. : табл.; 21 см.; ISBN 978-5-904283-04-9
- [12] ГОСТ Р 58233-2018 Хлеб из пшеничной муки. Технические условия
- [8] Sabyrzhanova A. E. et al. Comparative analysis of the chemical composition of gluten-free products // Innovations in the modern world: experience, problems and development prospects. – 2023. – Pp. 62-69.
- [9] Kokorina D. S. Design, technology, and commodity assessment of enriched wheat bread and gluten-free breadsticks using functional ingredients of quinoa flour. – 2021.
- [10] Sabyrzhanova A. E. et al. Comparative analysis of the chemical composition of gluten-free products // Innovations in the modern world: experience, problems, and development prospects. – 2023. – P. 62-69.
- [11] Collection of recipes for bread and bakery products / [comp. : P. S. Ershov]. - Ed. 11th. - St. Petersburg: Profi, 2009. - 207 p.: tabl.; 21 cm.; ISBN 978-5-904283-04-9
- [12] GOST R 58233-2018 Bread from wheat flour. Technical conditions

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Мурашкина Оксана Александровна старший преподаватель кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 364-59-71 E-mail: xeniam13@yandex.ru</p>	<p>Murashkina Oksana Alexandrovna senior lecturer of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 364-59-71 E-mail: xeniam13@yandex.ru</p>
<p>Ильяткова Ксения Глебовна студент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 E-mail:</p>	<p>Ilyatkova Ksenia Glebovna student of the department «Food productions» Penza State Technological University E-mail:</p>