

Всероссийский конкурс исследовательских и проектных работ
школьников «Высший пилотаж»

Разработка рецептуры хлеба с пониженным содержанием фенилаланина

Проект

Направление «Биология»

Автор: Мурашкина Александра Витальевна
учащаяся 11 класса
МБОУ СОШ ЛСТУ №2 г. Пенза

2025 г.

Аннотация

В последнее время возрастает доля населения с метаболическими заболеваниями, в том числе фенилкетонурией, характеризующейся нарушением аминокислоты фенилаланин (ФА). В Российской Федерации, по данным Российского регистра наследственных и врожденных заболеваний, частота встречаемости фенилкетонурии составляет в среднем 1 случай на 7000, при этом динамика общей заболеваемости фенилкетонурией среди детей и подростков характеризуется ежегодным приростом более чем на 5%. [1]

Ключевым фактором развития непереносимости белка является генетическая мутация, приводящая к снижению активности фермента фенилаланинагидроксилазы. В результате в крови накапливается аминокислота фенилаланин и продукты ее обмена, оказывающие токсическое действие на организм, в первую очередь на головной мозг ребенка, в то же время как недостаточное поступление этой незаменимой аминокислоты в организм, может явиться причиной отрицательного азотистого баланса. Поэтому очень важно определить безопасное суточное содержание фенилаланина в рационе больного ребенка.

В соответствии с рекомендациями министерства здравоохранения российской федерации, суточное потребление фенилаланина, рекомендуемое для больных фенилкетонурией различных возрастных групп составляет:

- младше 4 лет – 200 – 320 мг в сутки;
- старше 4 лет – 200 – 1100 мг в сутки. [2]

Основа терапии фенилкетонурии (ФКУ) – строгое, пожизненное соблюдение низкобелковой диеты, исключающей продукты с высоким содержанием ФА. Диета включает в себя полное исключение из рациона высокобелковых продуктов (хлеб, выпечка, молоко, молочные продукты, крупы, макароны, сыр, творог, шоколад, яйца, мясо, рыба, орехи и т.д.), т.е. практически 98% всего ассортимента пищи, которую употребляют здоровые люди.

Основной задачей диеты является предотвращение чрезмерного накопления ФА в крови путем строгого контроля потребления натурального белка в сочетании с приемом заменителя белка, не содержащего ФА. При этом полностью исключают из рациона мясо и мясные изделия, рыбу и рыбные продукты, творог и сыры, хлеб и хлебобулочные изделия, крупы и зерновые хлопья, макаронные изделия, соевые продукты, яйца, орехи. С осторожностью и в небольших количествах допускается молоко, кефир, йогурт, рис, кукурузная крупа и хлопья, капуста и картофель. В так называемый «зеленый список» включены большинство овощей, фруктов и ягод, сахар, сладости (не мучные), жировые продукты.

Для удовлетворения энергетических потребностей и минимизации катаболизма, который может привести к ухудшению контроля уровня фенилаланина в крови, необходимо обеспечить достаточное потребление энергии из продуктов с очень низким содержанием белка. Поддержание нормального уровня потребления энергии достигается за счёт:

- употребления «обычных» продуктов с очень низким содержанием белка;
- употребления специальных продуктов с низким содержанием белка, таких как хлеб и макароны. [3]

Существующий ассортимент хлебобулочных изделий для данной группы пациентов ограничен и часто не удовлетворяет органолептическим требованиям. Поэтому разработка рецептур специализированных хлебобулочных изделий для больных фенилкетонурией является актуальной задачей в связи с жесткими диетическими ограничениями пациентов.

Обоснование актуальности

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 высокобелковых продуктов животного и растительного происхождения.

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. [3]

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. [4]

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.

Анализ существующих решений

Производство всех видов специализированных хлебобулочных изделий, в т. ч. безглютеновых, в общем объеме выпускаемой продукции из традиционных видов сырья занимает менее одного процента.

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. [5]

На российском рынке специализированное питание для людей с фенилкетонурией представлена марками: Valviten (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. [6]

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 водопоглотительной 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. [7]

Поскольку замена муки лишает тесто способности удерживать CO₂, главная технологическая 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. [8]

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

Таблица 1 - Сравнительный анализ преимуществ и недостатков низкобелковой основы [7]

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 рН 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.

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 низбелковой 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 удерживает воду, предотвращая черствение, обладают высокой водопоглощительной 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.

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 (<i>Psyllium</i>)	Эластичность, газоудержание	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

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

Дорожная карта

При выборе сырья для больных фенилкетонурией особое внимание уделили содержанию в нем фенилаланина. Был проведён 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.

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	71,0	328,
Мука рисовая	370	7,4	0,6	80,2	356,0
Мука амарантовая	542	8,9	1,7	61,8	298,0
Мука тапиоки	4	0,2	0	88,7	358,0
Крахмал пшеничный	20	0,4	0,1	86,8	353,0
Крахмал рисовый	42	0,8	0	85	348,0
Крахмал картофельный	5,0	0,1	-	78,2	313,0
Крахмал кукурузный	22	0,4	0,1	83,5	343,0

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 водопогложительной 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 псилиум 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.

Описание разработанного решения

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 псилиум.

Из перечисленного сырья были разработаны 3 варианта рецептов теста с различным соотношением муки и крахмала и структурообразователя в нём. Соотношение основного сырья в образцах теста представлено в таблице 4.

Таблица 4 - Соотношение основного сырья в образцах теста

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

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 рецепты теста. В качестве контрольного образца использовали дрожжевое тесто, изготовленное по базовой рецептуре. Рецептуры хлеба представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Рецептуры хлеба [11]

Наименование сырья	Контрольный образец, г	Масса нетто, г		
		Образец №1	Образец №2	Образец №3
Мука пшеничная 1-го сорта	1000,0	-	-	-
Мука рисовая	-	500,0	500,0	500,0
Мука тапиоки	-	250,0	150,0	300,0
Крахмал картофельный	-	250,0	350,0	200,0
Псилиум	-	100,00	150,0	120,0
Соль	15,0	15,0	15,0	15,0
Сахар	80,0	80,0	80,0	80,0
Дрожжи сухие	15,0	15,0	15,0	15,0
Масло растительное	10,0	10,0	10,0	10,0

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.

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	Нейтральный, с легкими сладковато-ореховыми	Ощущается легкая липкость из-за	Нейтральный, с легкими сладковато-ореховыми

	постороннего привкуса	нотами от рисовой муки	непропеченного крахмала	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

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. Данные по уровню содержания фенилаланина в 100 г образцов представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Содержания фенилаланина в 100 г образцов

	Контрольный образец	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Содержание фенилаланина, мг	550	189,5	187,4	187,2

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.

Список источников

1. Бушуева т. В., скринингу в. П. О. Н. Федеральное государственное бюджетное учреждение «научный центр здоровья детей» министерства здравоохранения российской федерации.
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® //РМЖ. Мать и дитя. – 2025. – Т. 8. – №. 1. – С. 81-87.
3. Луфт В. М., Костюченко А. Л. Клиническое питание в интенсивной медицине. – 2002.
4. Кокорина Д. С. Проектирование, технология и товароведная оценка обогащенного пшеничного хлеба и безглютеновых хлебцев с использованием функциональных ингредиентов муки киноа.
5. Тихомирова н. А., красуля о. Н. Функциональные продукты питания. – 2012.
6. 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.
7. Зубцов В. А. И др. Технологии хлебобулочных изделий фнукционального назначения с использованием полисахаридных комплексов из семян льна //Стратегические направления в регионах: эколого-экономический и социальный аспекты. – 2019. – С. 332-339.
8. Тимакова Р. Т., ильяхина ю. В. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий //вестник воронежского государственного университета инженерных технологий Учредители: Воронежский государственный университет инженерных технологий. – 2022. – Т. 84. – №. 1. – С. 410-417.
9. Тихомирова Н. А., Красуля О. Н. Функциональные продукты питания. – 2012.
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

РЕЦЕНЗИЯ

на научно-исследовательскую работу
Мурашкиной Александры Витальевны на тему «Разработка
рецептуры хлеба с пониженным содержанием фенилаланина»
(наставник учитель биологии Хлапушина К.Б.

Научный соконсультант Мурашкина Оксана Александровна
старший преподаватель кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ
ВО «Пензенский государственный технологический университет»)

Научно-исследовательская работа Мурашкиной Александры Витальевны посвящена актуальной, с точки зрения биологии проблеме – разработке рецептуры хлеба с пониженным содержанием фенилаланина. Работа является актуальной и посвящена важной проблематике. В последнее время возрастает доля населения с метаболическими заболеваниями, в том числе фенилкетонурией, характеризующейся нарушением аминокислоты фенилаланин (ФА). В Российской Федерации, по данным Российского регистра наследственных и врожденных заболеваний, частота встречаемости фенилкетонурии составляет в среднем 1 случай на 7000, при этом динамика общей заболеваемости фенилкетонурией среди детей и подростков характеризуется ежегодным приростом более чем на 5%.

Ключевым фактором развития непереносимости белка является генетическая мутация, приводящая к снижению активности фермента фенилаланинагидроксилазы. В результате в крови накапливается аминокислота фенилаланин и продукты ее обмена, оказывающие токсическое действие на организм, в первую очередь на головной мозг ребенка, в то же время как недостаточное поступление этой незаменимой аминокислоты в организм, может явиться причиной отрицательного азотистого баланса. Поэтому очень важно определить безопасное суточное содержание фенилаланина в рационе больного ребенка.

Используя широкий спектр научной литературы, 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.

Диагностическая методика, используемая автором, является научной и общепризнанной. Результаты эксперимента представлены достаточно полно и наглядно. Для представления результатов исследовательской работы используются таблицы.

Стиль изложения материалов исследовательской работы Мурашкиной А.В. научный. Работа имеет законченный характер и соответствует требованиям, предъявляемым к работам данного вида.

Рецензент:
учитель биологии,
МБОУ ЛСТУ № 2



К.Б. Хлапушина