



Научная статья

4.3.3. – Пищевые системы (технические науки)

УДК 664.665

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2026.02.006

EDN: QITJNX

ПРИМЕНЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МУЧНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ольга Леонидовна Ладнова ¹, Светлана Яковлевна Корячкина ²,
Елена Геннадьевна Меркулова ³, Артем Иванович Горлатых ⁴

^{1, 3, 4} ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ
Среднерусский институт управления – филиал», Орел, Россия

¹ ladnovaol@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4747-7116>

² ФГБОУ ВО Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Орел, Россия,

² koryachkinas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0481-4936>

³ lenamerkulova1972@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9280-6498>

⁴ pangorlatykh@gmail.com

Аннотация. Актуальным направлением расширения ассортимента функциональных хлебобулочных изделий является разработка и оптимизация состава мучных смесей для хлебобулочных изделий с применением нетрадиционного сырья, отличающегося высоким содержанием белковых веществ и пищевых волокон. В статье рассмотрена возможность применения для мучных смесей муки соевой полуобезжиренной, муки льняной, овсяной и пшеничной хлебопекарной высшего сорта или цельнозерновой. Установлено, что при соотношении муки соевой 20 %, льняной 5 %, овсяной 30 %, пшеничной высшего сорта или цельнозерновой 10 % и глютен пшеничного 35 % мучные смеси имели влажность $8,5 \pm 0,5$ %, кислотность – $16 \pm 0,5$ град., водосвязывающую способность – $182\text{--}185$ г/100 г смеси. Тесто, приготовленное из мучных смесей, отличалось быстрым набором кислотности и увеличением в объеме, продолжительность брожения и расстойки составили 90 ± 3 минут. Это связывали с комплексным действием компонентов мучных смесей. Установлено, что увеличение в составе мучных смесей глютен пшеничного оказывало положительное влияние на качество выпеченных хлебобулочных изделий. Хлеб из мучных смесей отличался большим выходом – $178\text{--}179$ %, высоким удельным объемом – $2,28\text{--}2,26$ см³/г, хорошо развитой пористостью – $72 \pm 0,5$ %. Предложенные составы мучных смесей оказывали положительное влияние на пищевую ценность хлеба. Хлеб имел высокие значения содержания белков $23,4 \pm 0,5$ г/100 г, пищевых волокон – $4,0 \pm 0,5$ г/100 г, магния, фосфора, железа, витаминной группы В и РР. Энергетическая ценность хлеба составляла 202 ± 2 ккал. Установлено улучшение биологической ценности хлеба. Аминокислотный скор лизина составил 64 %, что больше по сравнению с хлебом пшеничным из муки высшего сорта на 16 %. Употребление 100 г хлеба удовлетворяет суточную потребность организма человека в белке на 20–38 %, в пищевых волокнах – на 18–20 %, в магии – 18–19 %, в фосфоре – 28–30 %, в железе – 30–32 % и в ниацине – на 20 %. Это позволяет отнести данные хлебобулочные изделия к функциональным продуктам.

Ключевые слова: мука соевая, мука льняная, мука овсяная, мука пшеничная цельнозерновая, глютен пшеничный, мучные смеси, функциональные хлебобулочные изделия, пищевая ценность хлеба.

Для цитирования: Применение нетрадиционного сырья при разработке мучных смесей для функциональных хлебобулочных изделий / О. Л. Ладнова [и др.] // Ползуновский вестник. 2026. № 2, С. 46–52. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2026.02.006. EDN: <https://elibrary.ru/QITJNX>.

Original article

USE OF NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS IN DEVELOPMENT OF FLOUR MIXTURES FOR FUNCTIONAL BAKERY PRODUCTS

Olga L. Ladnova ¹, Svetlana Ya. Koryachkina ², Elena G. Merkulova ³,
Artem I. Gorlatykh ⁴

^{1, 3, 4} Central Russian Institute of Management - Branch of The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Orel, Russia

¹ ladnovaol@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4747-7116>

² Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia,

² koryachkinas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0481-4936>

³ lenamerkulova1972@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9280-6498>

⁴ pangorlatykh@gmail.com

© Ладнова О. Л., Корячкина С. Я., Меркулова Е. Г., Горлатых А. И., 2026

ПРИМЕНЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МУЧНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Abstract. An important direction for expanding the range of functional bakery products is the development and optimization of the composition of flour mixtures for bakery products using non-traditional raw materials characterized by a high content of proteins and dietary fiber. The article discusses the possibility of using semi-skimmed soy flour, flaxseed, oatmeal and premium or whole-grain wheat flour for flour mixtures. It was found that with a ratio of 20 % soy flour, 5 % flaxseed, 30 % oatmeal, 10 % premium or whole-grain wheat and 35 % wheat gluten, the flour mixtures had a moisture content of 8.5 ± 0.5 %, acidity of 16 ± 0.5 degrees, and a water-binding capacity of 182-185 g/100 g of mixture. The dough prepared from flour mixtures was characterized by a rapid increase in acidity and volume, the duration of fermentation and proofing was 90 ± 3 minutes. This was associated with the complex action of the components of the flour mixtures. It was found that an increase in the composition of wheat gluten in the flour mixtures had a positive effect on the quality of baked bakery products. Bread from flour mixtures was characterized by a high yield - 178-179 %, high specific volume - $2.28-2.26 \text{ cm}^3/\text{g}$, well-developed porosity of 72 ± 0.5 %. The proposed compositions of flour mixtures had a positive effect on the nutritional value of bread. The bread had high protein content of $23.4 \pm 0.5 \text{ g}/100 \text{ g}$, dietary fiber - $4.0 \pm 0.5 \text{ g}/100 \text{ g}$, magnesium, phosphorus, iron, vitamins B and PP. The energy value of bread was $202 \pm 2 \text{ kcal}$. An improvement in the biological value of bread was established, the amino acid score of lysine was 64 %, which is 16 % more than in wheat bread made from premium flour. Consumption of 100 g of bread satisfies the daily need of the human body for protein by 20-38 %, for dietary fiber by 18-20 %, for magnesium - 18-19 %, for phosphorus - 28-30 %, for iron - 30-32 % and for niacin by 20 % - this allows us to classify these bakery products as functional products.

Keywords: soy flour, flaxseed flour: oat flour, whole grain wheat flour, wheat gluten, flour mixes, functional bakery products, nutritional value of bread.

For citation: Ladnova, O. L., Koryachkina, S. Ya., Merkulova, E. G. & Gorlatykh, A. I. (2026). Use of non-traditional raw materials in development of flour mixtures for functional bakery products. *Polzunovskiy vestnik*, (2), 46-52. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2026.02.006. EDN: <https://elibrary.ru/QITJNX>.

ВВЕДЕНИЕ

Полноценное и здоровое питание – одно из наиболее важных и необходимых условий для сохранения жизни и здоровья нации. Рост, нормальное развитие и жизнедеятельность человека – все это обеспечивается качественными, полезными и сбалансированными продуктами питания. Соблюдая правила питания, можно значительно улучшить качество жизни, сократить риск возникновения и развития хронических заболеваний и расстройств [1].

Традиционные продукты в большинстве случаев не всегда содержат необходимые пищевые компоненты в требуемых соотношениях, и именно поэтому сейчас активно ведутся исследования в области разработки продуктов функционального назначения, которые обладают научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающие риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающие дефицит или восполняющие имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющие и улучшающие здоровье за счет наличия в их составе функциональных пищевых ингредиентов. В качестве функциональных ингредиентов применяются живые микроорганизмы, вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, входящие в состав функционального пищевого продукта в количестве не менее 15 % от суточной физиологической потребности, в расчете на одну порцию продукта (ГОСТ Р 52349-2005).

В настоящее время можно наблюдать рост спроса на продукцию, оптимизированную по своему химическому составу и пищевой ценности, обогащенную белками, полиненасыщенными жирными кислотами, пищевыми волокнами, витаминами и минеральными веществами, обладающую антиоксидантными свойствами [2, 3, 4].

Со стороны государства также взят курс на оздоровление нации путем поддержки проектов по разработке продукции для здорового питания. Активно внедряется «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года». В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 18 июня 2024 г. № 529 «Об утвер-

ждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий» определены приоритетные направления научно-технологического развития экономики: превентивная и персонализированная медицина, обеспечение здорового долголетия населения страны и установлен перечень критических и сквозных наукоемких технологий, в том числе технологий персонализированного, лечебного и функционального питания для здоровьесбережения.

В настоящее время значительная часть населения России нуждается в специализированных продуктах питания. Однако такие продукты производятся в небольших количествах и имеют высокую стоимость. Эти факторы препятствуют включению функциональных продуктов в рацион рядового потребителя [5].

Перспективным направлением разработки функциональных продуктов являются сухие полуфабрикаты для хлебобулочных изделий, которые представляют собой многокомпонентные смеси, предназначенные для выпечки широкого ассортимента хлебобулочных изделий на производственных предприятиях малой мощности, общественного питания и в домашних условиях. Состав полуфабрикатов позволяет моделировать рецептуры изделий с учетом основного сырья, создавать на основе традиционных рецептур новые смеси с включением функциональных ингредиентов, заменять сырьевые компоненты с учетом направленности специализированных продуктов [6, 7].

Перспективными источниками белка являются продукты переработки растительного сырья: мука соевая, овсяная, льняная.

Соевая мука кроме 43 % белка содержит витамины группы В, Е, К, А, большое количество кальция, магния и калия. Применение соевой муки в питании улучшает обмен веществ, снижает уровень сахара в крови, налаживает обмен жиров и способствует потере лишнего веса, выводит из организма накопившиеся токсины и свободные радикалы [8].

Льняная мука также содержит много белка (до 50 %), витамины группы В, А, К, Е, РР. Она богата минеральными соединениями, полиненасыщенными жирными кислотами и клетчаткой. Среди полезных

свойств льняной муки выделяют следующие: укрепляет иммунитет, нормализует микрофлору кишечника, улучшает работу сердечно-сосудистой системы и укрепляет костную систему [9, 10].

Овсяная мука считается одним из самых полезных продуктов для диетического питания. Ее состав богат витаминами группы В, различными минеральными соединениями, такими как железо, цинк, магний и кремний. Также в состав овсяной муки входит тирозин, недостаток которого может приводить к депрессивным состояниям, и холин, улучшающий метаболизм во всех тканях организма и благотворно влияющий на нервную систему. Отмечается, что потребление овсяной муки благотворно влияет на работу печени, нормализует состояние кожи и волос, а также помогает снизить лишний вес [11, 12, 13].

Основным сырьем хлебопекарного производства служит мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта. Несмотря на высокие технологические свойства, она имеет низкую питательную ценность. Это связано с удалением в процессе выработки муки оболочек зерна, зародыша, эндосперма. Цельнозерновая мука по сравнению с пшеничной мукой высшего сорта содержит больше белка – 11,5 %, жира – 2,2 %, почти в 2 раза больше кальция, магния, фос-

фора, железа, витаминов групп В и пищевых волокон [14].

Цель исследования – разработка состава мучных смесей для хлебобулочных изделий функционального назначения и определение их влияние на свойства теста, качество и пищевую ценность готовых изделий.

МЕТОДЫ

Объекты исследования: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (ГОСТ26574-2017), мука пшеничная цельнозерновая (ГОСТ33980-2016), мука соевая дезодорированная полуобезжиренная (СТО 53538590-031-2014), мука овсяная цельносмолотая (ТУ10.61.20-00138744625-2016), мука льняная (ТУ10.41.00-011-38744625-2019), их смеси, тесто из мучных смесей и выпеченные хлебобулочные изделия.

Содержание компонентов в мучных смесях подбирали с учетом обеспечения удовлетворения потребности в белке не менее 15 % от суточной нормы (ГОСТ 52349-2005). Для приготовления мучных смесей все компоненты перемешивали и просеивали. Рецептуры мучных смесей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав мучных смесей функциональных хлебобулочных изделий

Table 1 – The composition of flour mixtures of functional bakery products

Наименование показателя	Мучная смесь 1	Мучная смесь 2	Мучная смесь 3	Мучная смесь 4
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, г/100 г смеси	20		10	
Мука пшеничная цельнозерновая, г/100 г смеси		20		10
Мука соевая, г/100 г смеси	40	40	20	20
Мука овсяная цельносмолотая, г/100 г смеси	30	30	30	30
Глютен пшеничный, г/100 г смеси	5	5	35	35
Мука льняная, г/100 г смеси	5	5	5	5
Итого	100	100	100	100

Влажность мучных смесей определяли по ГОСТ 9404-88, кислотность – по ГОСТ 27493-87. Для определения водосвязывающей способности к исследуемой мучной смеси добавляли воду в соотношении 1:6, пробики встряхивали в течение 30 секунд и центрифугировали 5 мин при 1000 об/минуту и рассчитывали количество связанной воды в г/100 г смеси.

Тесто для хлебобулочных изделий готовили безопарным способом из мучных смесей с добавлением дрожжей хлебопекарных сухих быстродействующих 1,2 % и соли пищевой 1,5 %. Тесто замешивали на лабораторной тестомесильной машине в течение 2 минут. Продолжительность брожения образцов теста составила 64–82 минут при температуре 30 °С. Влажность и кислотность теста после брожения определяли с помощью стандартных методик. Образцы теста массой 350 г после формования и расстойки в течение 22–29 минут при температуре 37 °С и относительной влажности 85 % выпекали в формах при 200 °С в течение 30 минут и через 4 часа после выпечки оценивали физико-химические (влажность, кислотность, пористость мякиша, удельный объем хлеба, выход хлеба) и органолептические (внешний вид, форма, цвет, вкус и запах, характер пористости) показатели качества готовых изделий [15].

Для оценки влияния нетрадиционного сырья на пищевую и биологическую ценность расчетным методом определяли содержание белков, жиров, углеводов, минеральных веществ (кальций, магний, фосфор, железо), витаминов (В₁, В₂, РР), энергетическую ценность и ами-

нокислотный скор хлебобулочных изделий [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Значения влажности мучных смесей находились на одном уровне и составили 8,5±0,5 %. Кислотность мучных смесей 1 и 2 составила 24 и 21 градус, что было больше значений кислотности мучных смесей 3 и 4 на 33 и 23,8 % соответственно.

Водосвязывающая способность является показателем, оказывающим влияние на процесс замеса теста, свойства теста, выход хлеба, уровень потерь влаги и органолептические показатели качества хлеба. Водосвязывающая способность мучных смесей 1 и 2 была 174 и 175 г/100 г, что ниже значений водосвязывающей способности образцов 3 и 4 на 4,6 и 5,7 % соответственно 182 и 185 г/100 г. Увеличение водосвязывающей способности объясняли снижением содержания соевой муки и увеличением дозировки глютена пшеничного в составе мучных смесей 3 и 4, который имеет более высокие значения водосвязывающей способности (308 г/100 г) по сравнению с соевой мукой (232 г/100 г).

Значения водосвязывающей способности мучных смесей 2 и 4 по сравнению с данными мучных смесей 1 и 3 были больше, это связывали с добавлением муки пшеничной цельнозерновой, которая имеет большую водосвязывающую способность (134 г/100 г) по сравнению с мукой пшеничной высшего сорта (120 г/100 г).

Результаты влияния разных составов мучных смесей на параметры технологического процесса, физико-химические показатели теста и выпеченного

ПРИМЕНЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МУЧНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

хлеба приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели качества теста и хлебобулочных изделий из мучных смесей

Table 2 – Quality indicators of dough and bakery products from flour mixtures

Наименование показателя	Образец теста и хлеба с мучной смесью 1	Образец теста и хлеба с мучной смесью 2	Образец теста и хлеба с мучной смесью 3	Образец теста и хлеба с мучной смесью 4
Влажность теста, %	51,8	52,1	52,4	52,5
Продолжительность брожения теста, мин	77	82	64	65
Продолжительность расстойки, мин	28	25	29	22
Кислотность теста в конце брожения, град	9,3	8,5	4,2	4,8
Выход хлеба, %	174,7	175,5	178,5	179,5
Удельный объем хлеба, см ³ /г	1,52	1,36	2,28	2,26
Влажность мякиша хлеба, %	50,9	51,9	51,5	51,9
Пористость мякиша хлеба, %	50,5	48,2	73,1	72,7
Кислотность мякиша хлеба, град	–	–	3,8	4,1

Анализ полученных данных показал, что влажность теста всех образцов составляла $52,5 \pm 0,7$ %.

При брожении теста из мучных смесей 1 и 2 отмечено медленное увеличение в объеме. Продолжительность брожения этих образцов теста была больше на 13 и 17 минут по сравнению с образцами теста из мучных смесей 3 и 4, что связывали с содержанием соевой муки в составе смеси, которая способствует снижению эластичность теста и препятствует увеличению его в объеме при брожении. При снижении дозировки соевой муки в 2 раза и одновременном увеличении глютена пшеничного общая продолжительность приготовления теста (брожение + расстойка) сокращалась на 12 и 20 минут.

Кислотность теста, приготовленного из смесей 1 и 2, сразу после замеса имела более высокие значения, и в конце брожения значения кислотности теста превышали значения кислотности образцов теста из мучных смесей 3 и 4 примерно в 2 раза, что также

связывали с присутствием в составе мучных смесей соевой муки, которая имеет высокие значения кислотности из-за высокого содержания белковых веществ.

Выход хлеба из мучных смесей 3 и 4 был выше на 3,8 и 4,0 % по сравнению с образцами 1 и 2. Значения удельного объема хлеба образцов 3 и 4 также были выше в 1,5 и 1,7 раза значений образцов 1 и 2. Это связывали с действием глютена пшеничного, который имеет достаточно высокие значения водосвязывающей способности по сравнению с соевой мукой, что приводит к значительному улучшению указанных показателей образцов хлеба из мучных смесей 3 и 4.

Влажность хлеба всех образцов составила $51,0 \pm 0,5$ %. Значения пористости образцов хлеба из мучных смесей 3 и 4 были выше на 22,6 и 24,5 % по сравнению с образцами хлеба из мучных смесей 1 и 2.

Влияние мучных смесей на внешний вид образцов хлеба представлен на рисунке 1.



Образец хлеба с мучной смесью 1



Образец хлеба с мучной смесью 2



Образец хлеба с мучной смесью 3



Образец хлеба с мучной смесью 4

Рисунок 1 – Внешний вид образцов хлеба функционального назначения из мучных смесей

Figure 1 – Appearance of functional bread samples from flour mixtures

Анализ полученных данных показал, что все образцы хлеба имели правильную форму, выпуклую корку. На поверхности образца 2 имелись трещины и разрывы. Цвет корок коричневый с желтоватым оттенком. Цвет мякиша светло-коричневый с зеленоватым оттенком. Пористость не развитая, поры мелкие, неравномерные. Мякиш плотный, влажный, неэластичный. У образца 2 отмечены более темный оттенок, большая липкость и комкуемость мякиша.

Образцы 1 и 2 имели выраженный привкус соевой муки.

Образцы хлеба 3 и 4 имели правильную форму, выпуклую поверхность корки. Пористость хорошо развитая, равномерная, мякиш относительно упругий, при надавливании быстро восстанавливается. Цвет мякиша желтоватый с зеленым оттенком, у образца 4 – более темный оттенок.

Более темный оттенок мякиша хлеба образцов

2 и 4 вызван наличием в составе мучных смесей 2 и 4 вместо муки пшеничной высшего сорта муки пшеничной цельнозерновой, которая содержит отрубьянистые частицы и имеет более темный цвет.

Важным показателем для продуктов функционального питания является пищевая ценность. Расчет пищевой и энергетической ценности представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели пищевой ценности хлебобулочных изделий из мучных смесей

Table 3 – Nutritional value indicators of bakery products made from flour mixtures

Наименование	Образец хлеба с мучной смесью 1	Образец хлеба с мучной смесью 2	Образец хлеба с мучной смесью 3	Образец хлеба с мучной смесью 4
Белки, г	17,03	17,4	23,4	23,5
Жиры, г	3,93	4,08	3,10	3,17
Углеводы, г	24,43	23,89	19,61	19,02
Пищевые волокна, г	5,51	6,36	3,65	4,04
Кальций, мг	89	92	78	79
Магний, мг	89	99	76	81
Фосфор, мг	232	264	198	213
Железо, мг	3,9	4,3	5,6	5,9
Тиамин, мг	0,33	0,35	0,30	0,31
Рибофлавин, мг	0,12	0,13	0,17	0,18
Никотиновая кислота, мг	1,43	1,92	1,67	1,92
Энергетическая ценность, ккал	201,2	198,2	203,4	201,8

Анализ полученных данных показал, что при снижении в составе мучных смесей содержания соевой муки и увеличении глютена пшеничного количество белка увеличивалось на 25–27 %

Содержание углеводов и жира у образцов 3 и 4 по сравнению с образцами 1 и 2, наоборот, было меньше на 21,1 и 22,3 % и 19,7 и 20,4 % соответственно, при этом значения энергетической ценности увеличивались незначительно – на 1,09 и 1,81 %.

Содержание пищевых волокон в хлебе из мучных смесей 3 и 4 было меньше на 33,6 и 36,5 % по сравнению с образцами 1 и 2. Это связывали с большим содержанием в составе мучных смесей соевой муки, содержащей до 14,5 % пищевых волокон в отличие от глютена пшеничного. При этом замена муки пшеничной высшего сорта (образец 3) на муку пшеничную цельнозерновую (образец 4) позволяет увеличить содержание пищевых волокон на 11 %.

Содержание минеральных веществ и витаминов в хлебе из мучных смесей 3 и 4 было меньше по сравнению с образцами из мучных смесей 1 и 2, что связывали с уменьшением в составе мучных смесей муки соевой и пшеничной и увеличением глютена пшеничного, имеющего менее богатый минеральный и витаминный состав.

Так как образцы хлеба из мучных смесей 3 и 4

имели более высокие показатели качества, дальнейшие расчеты выполняли для этих образцов.

В соответствии с ГОСТ 55577-2013 функциональными считаются продукты, содержащие в 100 г пищевого или биологически активного вещества не менее 15 % от их уровня рекомендуемого суточного потребления. При употреблении 100 г в сутки разработанного хлеба из мучных смесей 3 и 4 физиологическая потребность в белке будет удовлетворена для мужчин на 20,17–30,7 %, для женщин – на 25,5–38,3 %, в пищевых волокнах – на 18 и 20 %, в магнии – 18 и 19 %, в фосфоре – 28 и 30 %, в железе – 30 и 32 % и в ниацине – на 20 %, что позволяет отнести данные хлебобулочные изделия к функциональным продуктам.

Биологическая ценность характеризует степень задержки азота и эффективность его утилизации для растущего организма или для поддержания азотистого равновесия у взрослых. Биологическая ценность определяется наличием в белке незаменимых аминокислот и степенью их усвоения в организме человека.

Расчетные данные аминокислотного скоры хлебобулочных изделий из мучных смесей 3 и 4 представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Влияние состава мучных смесей на аминокислотный скор (АКС) белка хлеба

Table 4 – The influence of flour mixture composition on the amino acid score (AAS) of bread protein

Наименование аминокислот	Идеальный белок, рекомендованный ФАО и ВОЗ, мг/1 г	Содержание аминокислот в 1 г белка хлеба из мучной смеси 3, мг	АКС, %	Содержание аминокислот в 1 г белка хлеба из мучной смеси 4, мг	АКС, %
Валин	50	953	81,45	957	81,45
Изолейцин	40	1023	109,29	1034	110,00
Лейцин	70	1792	109,40	1803	109,60
Лизин	55	825	64,10	833	64,45
Треонин	40	719	76,82	726	77,23
Триптофан	10	280	119,66	282	120,00
Метионин + цистеин	35	636	77,66	643	78,18
Фенилаланин + тирозин	60	1808	128,77	1822	129,22

Анализ полученных данных показал, что лимитирующими аминокислотами являются лизин – 64 %, треонин – 77 %, сумма серосодержащих аминокислот (метионин + цистеин) – 78 % и валин – 81 %. Однако отношение фактического количества лизина к его содержанию в эталонном белке увеличилось на 19 и

7 % по сравнению с аминокислотным скором лизина хлеба формового из муки пшеничной высшего сорта и муки пшеничной обойной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ПРИМЕНЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МУЧНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Разработан состав мучных смесей, обеспечивающий функциональные свойства хлебобулочных изделий: мука соевая – 20 %, льняная – 5 %, овсяная – 30 %, глютен пшеничный – 35 %, мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта или цельнозерновая – 10 %.

Определены показатели качества разработанных мучных смесей (влажность, кислотность, водосвязывающая способность), теста из разработанных мучных смесей (влажность, кислотность, период созревания и расстойки) и показатели качества готовых изделий (выход, удельный объем, влажность, кислотность, пористость мякиша и органолептические характеристики). Увеличение содержания в составе смесей пшеничного глютена оказывало положительное влияние на выход, удельный объем хлеба, пористость мякиша и вкус изделий. Отмечено влияние муки пшеничной цельнозерновой на цвет корок и мякиша хлеба.

Расчетным путем установлена пищевая ценность хлебобулочных изделий из разработанных составов мучных смесей. Хлебобулочные изделия содержали белка $23,4 \pm 0,5$ г/100г, жира – $3 \pm 0,2$ г/100г, углеводов – $19,6 \pm 0,5$ г/100г, в том числе пищевых волокон – $4,0 \pm 0,5$ г/100. Энергетическая ценность хлеба составила 202 ± 1 ккал. Установлено положительное влияние муки пшеничной цельнозерновой на минеральный и витаминный состав хлеба: увеличивалось содержание магния на 6,6 %, фосфора – на 7,7 %, железа – на 5,3 %, рибофлавина и никотиновой кислоты 5,9 и 14,9 %.

Разработанные составы мучных смесей позволяют получить функциональные хлебобулочные изделия: употребление 100 г хлеба, приготовленного из мучных смесей, удовлетворяет потребность в белке на 20–38 %, в пищевых волокнах – на 18–20 %, в магнии – 18–19 %, в фосфоре – 28–30 %, в железе – 30–32 % и в ниацине – на 20 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корячкина С.Я., Матвеева Т.В. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки для хлебобулочных и кондитерских изделий : учеб. пособие. Санкт-Петербург : ГИОРД, 2013. 528 с.
2. Разработка технологии функциональных хлебобулочных изделий / О.Л. Ладнова, С.Я. Корячкина, В.П. Корячкин, Л.С. Большакова // Техника и технология пищевых производств. 2023. Т. 53, № 3. С. 576–590. DOI: 10.21603/2074-9414-2023-3-2458. EDN QXNIPR.
3. Тарасова В.В. Применение физиологически функциональных ингредиентов в производстве хлебобулочных изделий // Пищевая промышленность. 2014. № 3. С. 34–39. EDN RWFTKB.
4. Губарева Ю.П., Пономарева Е.И., Титов С.А. Рациональное использование нетрадиционного сырья в производстве хлебобулочных изделий функционального назначения // Пищевые технологии будущего: инновационные идеи, научный поиск, креативные решения : сборник материалов конференции. Москва, 07 июня 2022 г. Москва : Издательский комплекс «Буки Веди», 2022. С. 81–84. EDN KZWENT.
5. Локтев Д.Б., Зонова Л.Н. Продукты функционального назначения и их роль в питании человека // Вятский медицинский вестник. 2010. № 2. С. 48–53. EDN OWVJFN.
6. Сибиль А.В. Резниченко И.Ю., Бакин И.А. Разработка технологии смесей для полуфабрикатов мучных изделий // Ползуновский вестник. 2012. № 2–2. С. 153–157. EDN PADXWB.
7. Изучение возможности использования растительного сырья для приготовления сухих смесей хлебобулочных изделий / Т.А. Ершова, С.Д. Божко, А.Н. Чер-

нышова, И.О. Вахобова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2019. № 3(29). С. 32–42. EDN NHVZOQ.

8. Ефремова Е.Н., Зенина Е.А., Шершнев А.А. Влияние соевой муки на качество пшеничного хлеба // Вестник КрасГАУ. 2020. № 3(156). С. 171–177. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-3-171-177. EDN XVHRHO.

9. Типсина Н.Н., Матюшев В.В., Бочарова Л.В. Использование льняной муки в производстве пшенично-ржаных сортов хлеба // Вестник КрасГАУ. 2018. № 4. С. 169–174.

10. Вихрова Е.А. Возможность использования льняной муки при производстве хлебобулочных изделий // Вестник КрасГАУ. 2022. № 1. С. 197–203. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-197-203.

11. Кунашева Ж.М., Кодзокова М.Х. Применение овсяной муки в технологиях производства ржанопшеничного хлеба // Новые технологии. 2022. № 4. С. 102–108.

12. Шаболкина Е.Н., Шевченко С.Н., Анисимкина Н.В. Результаты исследований реологических и хлебопекарных показателей теста из цельносмолового биоактивированного зерна овса голозерного в смеси с пшеничной мукой // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 4. С. 28–33. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-28-33.

13. Лоскутов И.Г., Полонский В.И. Селекция на содержание β-глюканов в зерне овса как перспективное направление для получения продуктов здорового питания, сырья и фуража // Сельскохозяйственная биология. 2017. № 4. С. 646–657. DOI: 10.15389/agrobiology/2017.4.646.rus.

14. Технология приготовления пшеничного хлеба из цельнозерновой муки / Н.А. Шмалько, Т.В. Ваницкая, Л.А. Кудрявцева, И.А. Никитин, Л.Ф. Пономарева, Е.А. Соловьева // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2024; № 86(4), С. 122–135. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2024-4>.

15. Контроль качества сырья, полуфабрикатов и хлебобулочных изделий : учеб. пособие / С.Я. Корячкина, Н.В. Лабутина, Н.А. Березина, Е.В. Хмелева. Москва : Дели плюс, 2012. 495 с. ISBN 978-5-905170-23-2. EDNQNJAFV.

16. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Химический состав российских продуктов питания: Справочник. Москва : ДеЛипринт, 2002. 236 с.

Информация об авторах

О. Л. Ладнова – кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевых технологий, сервиса, торгового и таможенного дела» Среднерусского института управления – филиала РАНХиГС.

С. Я. Корячкина – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии продуктов питания и организации ресторанного дела» Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева.

Е. Г. Меркулова – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Пищевых технологий, сервиса, торгового и таможенного дела» Среднерусского института управления – филиала РАНХиГС.

А. И. Горлатых – аспирант Среднерусского института управления – филиала РАНХиГС.

REFERENCES

1. Koryachkina, S.Ya. & Matveeva, T.V. (2013). Functional food ingredients and additives for bakery and confectionery products: a textbook. St. Petersburg: GIORД. (In Russ.).

2. Ladnova, O.L., Koryachkina, S.Ya., Koryachkin, V.P. & Bolshakova, L.S. (2023). Development of technology for functional bakery products. Machinery and technology of food production, T. 53, (3), 576-590. (In Russ.). doi: 10.21603/2074-9414-2023-3-2458.
3. Tarasova, V.V. (2014). The use of physiologically functional ingredients in the production of bakery products. Food industry, (3), 34-39. (In Russ.).
4. Gubareva, Yu.P., Ponomareva, E.I. & Titov, S.A. Rational use of non-traditional raw materials in the production of functional bakery products. Food technologies of the future: innovative ideas, scientific search, creative solutions: Conference proceedings, Moscow, June 07.2022. (In Russ.).
5. Loktev, D.B., Zonova, L.N. (2010). Functional foods and their role in human nutrition. Vyatka Medical Bulletin, (2.) 48-53. (In Russ.).
6. Sibil, A.V. Reznichenko, I.Yu. & Bakin, I.A. (2012). Development of technology of mixtures for semi-finished flour products. Polzunovskiy vestnik, (2-2), 153-157. (In Russ.).
7. Yershova, T.A., Bozhko, S.D., Chernyshova, A.N. & Vakhoba, I.O. (2019). Study of the possibility of using vegetable raw materials for the preparation of dry mixtures of bakery products. Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex are products of a healthy diet, 3(29), 32-42. (In Russ.).
8. Efremova, E.N., Zenina, E.A. & Shershnev, A.A. (2020). Influence of soy flour on the quality of wheat bread. Bulletin of KrasGAU, (3(156)), 171-177. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2020-3-171-177.
9. Tipsina, N.N., Matyushev, V.V., Bocharova, L.V. (2018). The use of flax flour in the production of wheat-rye bread varieties. The Herald of KrasGAU, (4), 169-174. (In Russ.).
10. Vikhrova, E.A. (2022). The possibility of using flax-seed flour in the production of bakery products. Bulletin KrasGAU, (1), 197-203. (In Russ.). doi: 10.36718/1819-4036-2022-1-197-203.
11. Kunasheva, Zh.M., Kodzokova, M.H. (2022). The use of oat flour in rye-wheat bread production technologies. New technologies, (4), 102-108. (In Russ.).
12. Shabolkina, E.N., Shevchenko, S.N. & Anisimkina, N.V. (2022). The results of studies of rheological and baking parameters of a dough made from whole-ground bioactivated oat grain mixed with wheat flour. Grain Industry of Russia, T. 14, (4), 28-33. (In Russ.). doi: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-28-33.
13. Loskutov, I.G., Polonsky, V.I. (2017). Breeding for beta-glucan content in oat grain as a promising direction for obtaining healthy food products, raw materials and forage. Agricultural biology, (4), 646-657. (In Russ.). DOI: 10.15389/agrobiology/2017.4.646.rus.
14. Shmalko, N.A., Vanitskaya, T.V., Kudryavtseva, L.A., Nikitin, I.A., Ponomareva, L.F. & Solovyova, E.A. (2024). Technology of making wheat bread from whole grain flour. Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies, (86(4)), 122-135. (In Russ.). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2024-4>.
15. Koryachkina, S.Ya., Labutina, N.V., Berezina, N.A. & Khmeleva, E.V. (2012). Quality control of raw materials, semi-finished products and bakery products. Moscow : Delhi Plus. (In Russ.).
14. Skurihin, I.M. & Tutel'yan, V.A. (2002). *Chemical composition of Russian food products: Handbook*. Moscow : DeLiprint. (In Russ.). doi: 10.258.1232.

Information about the authors

O.L. Ladnova - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of "Food Technology, Service, Trade and Customs Affairs" of the Central Russian Institute of Management - Branch of The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration.

S.Ya. Koryachkina - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of "Food Technology and Organization of Food Business" of the Orel State University named after I.S. Turgenev.

E.G. Merkulova - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of "Food Technologies, Service, Trade and Customs" of the Central Russian Institute of Management - Branch of The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration.

A.I. Gorlatykh - Postgraduate student of the Central Russian Institute of Management - Branch of The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration.

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.