

## ВЛИЯНИЕ МУКИ ИЗ ПРОСА НА КАЧЕСТВО ЗАВАРНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

<sup>1</sup>Д.А. ШАНШАРОВА , <sup>1</sup>Д.Б. АБДРАИМОВА , <sup>1</sup>А.Н. НУРЛАНОВА\* ,  
<sup>2</sup>Л. ГРИВНА , <sup>1</sup>Ж.С. НАБИЕВА 

<sup>1</sup>Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,  
050012, г.Алматы, ул. Толе би 100

<sup>2</sup> Университет Менделя, Чешская Республика, 613 00, г. Брно, дом А Zemědělská, 1665/1)  
Электронная почта автора-корреспондента: an.nurlanova@gmail.com\*

*Основным направлением развития ассортимента кондитерской индустрии является разработка изделий с улучшенными качественными характеристиками. Целью исследований явилась разработка технологии заварных полуфабрикатов с применением муки из проса, миндаля для повышения пищевой ценности, безопасности, удлинения сроков свежести изделий. Научная значимость исследования заключается в изучении влияния просяной муки на процессы клейстеризации крахмала, денатурации белка. Практическая значимость выражается в разработке новой технологии, применении сырья с богатым химическим составом, позволяющим улучшить пищевую ценность изделий. Методология исследований базировалась на экспериментальных методах пробных лабораторных выпечек, методов определения показателей качества готовых изделий, в том числе микробиологических. Установлено, что образцы заварных полуфабрикатов с применением 20% миндальной муки и 15% просяной муки на протяжении всего срока хранения (до 5 суток) имеют более высокие качественные показатели, по сравнению с контролем. Определена безопасность заварных полуфабрикатов в зависимости от сроков хранения. Выявлена целесообразность разработки технологии новых видов заварных полуфабрикатов, с применением просяной, миндальной муки, на основе комплексной оценки качества, микробиологических показателей, стойкости при хранении изделий.*

**Ключевые слова:** просяная, миндальная мука, заварной полуфабрикат, пищевая ценность.

## ПРОСО ҰНЫНЫҢ ЖАРТЫЛАЙ ПІСІРІЛГЕН ДАЙЫН ӨНІМДЕР САПАСЫНА ӘСЕРІ

<sup>1</sup>Д.А. ШАНШАРОВА, <sup>1</sup>Д.Б. АБДРАИМОВА, <sup>1</sup>А.Н. НУРЛАНОВА\*,  
<sup>2</sup>Л. ГРИВНА, <sup>1</sup>Ж.С. НАБИЕВА

<sup>1</sup>Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы,  
050012, Алматы қ., Төле би көшесі, 100

<sup>2</sup> Мендель университеті, Чехия Республикасы, 613 00, Брно қ., Zemědělská көшесі, 1665/1)  
Автр-корреспонденттің электрондық поштасы: an.nurlanova@gmail.com\*

*Нан-тоқаш және кондитерлік өнеркәсіп өнімдерінің ассортиментін дамытудың негізгі бағыты – сапалық сипаттамалары жақсартылған өнім түрлерін әзірлеу болып табылады. Зерттеу жұмысының мақсаты – тары және бадам ұнын қолдану арқылы қайнатпа жартылай фабрикаттар технологиясын әзірлеу, соның нәтижесінде өнімнің тағамдық құндылығын арттыру, қауіпсіздігін қамтамасыз ету және сақтау мерзімін ұзарту. Зерттеудің ғылыми маңыздылығы тары ұнының крахмалдың клейстерлену процесіне және ақуыздың денатурациясына әсерін зерттеуде көрінеді. Практикалық маңыздылығы – химиялық құрамы бай шикізатты қолдану арқылы өнімнің тағамдық құндылығын арттыруға мүмкіндік беретін жаңа технологияны әзірлеуде айқындалады. Зерттеу әдістемесі тәжірибелік зертханалық пісіру әдістеріне, сондай-ақ дайын өнімдердің сапа көрсеткіштерін, оның ішінде микробиологиялық көрсеткіштерін анықтау әдістеріне негізделген. Зерттеу нәтижесінде құрамында 20% бадам ұны және 15% тары ұны бар қайнатпа жартылай фабрикаттар сақтау мерзімі бойы (5 тәулікке дейін) бақылау үлгісімен салыстырғанда жоғары сапа көрсеткіштерін көрсететіні анықталды. Сонымен қатар, қайнатпа жартылай фабрикаттардың қауіпсіздігі сақтау мерзіміне байланысты бағаланды. Кеиенді сапа бағасы, микробиологиялық көрсеткіштер және сақтау кезіндегі тұрақтылық негізінде тары және бадам ұнын қолдана отырып, жаңа түрдегі қайнатпа жартылай фабрикаттар технологиясын әзірлеудің мақсатқа сәйкестігі дәлелденді.*

**Негізгі сөздер:** тары ұны, бадам ұны, қайнатпалы жартылай фабрикат, тағамдық құндылық.

## EFFECT OF MILLET FLOUR ON THE QUALITY OF CHOUX PASTRY SEMI-FINISHED PRODUCTS

<sup>1</sup>D.A. SHANSHAROVA, <sup>1</sup>D.B. ABDRAIMOVA, <sup>1</sup>A.N. NURLANOVA,  
<sup>2</sup>L. HRYVNA, <sup>1</sup>ZH.S. NABIYEVA

(<sup>1</sup>Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi 100

<sup>2</sup>Mendel University, Czech Republic, 613 00, Brno, A Zemědělská, 1665/1)

Corresponding author's email: an.nurlanova@gmail.com\*

*The primary direction in the development of the confectionery industry assortment is the creation of products with improved quality characteristics. The aim of this study was to develop a technology for choux semi-finished products using millet and almond flours in order to enhance nutritional value, ensure safety, and extend shelf life. The scientific significance of the research lies in studying the effect of millet flour on starch gelatinization processes and protein denaturation. The practical significance is reflected in the development of a new technology involving raw materials with a rich chemical composition, which contributes to improving the nutritional value of the products. The research methodology was based on experimental methods, including pilot laboratory baking and methods for determining the quality indicators of finished products, including microbiological parameters. The results showed that samples of choux semi-finished products containing 20% almond flour and 15% millet flour demonstrated higher quality indicators throughout the entire storage period (up to 5 days) compared to the control sample. In addition, the safety of the choux semi-finished products was assessed depending on storage duration. The feasibility of developing new types of choux semi-finished product technology using millet and almond flours has been established based on a comprehensive assessment of quality, microbiological indicators, and storage stability.*

**Keywords:** millet flour, almond flour, choux semi-finished product, nutritional value.

### *Введение*

Современные тенденции в пищевой промышленности направлены на разработку продуктов, обладающих повышенной пищевой ценностью, улучшенными органолептическими свойствами и функциональными характеристиками. В технологии кондитерского производства особое внимание уделяется снижению их калорийности и использованию здоровых компонентов. Особое внимание уделяется созданию изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья, способного повысить биологическую ценность продукции, снижению их калорийности, сохраняя при этом потребительские свойства на высоком уровне [1-3].

В настоящее время ученые все больше исследуют культуры, богатые необходимыми питательными веществами, углеводами с низким гликемическим индексом, резистентным крахмалом и биоактивными соединениями, которые помогают регулировать гликемический ответ, поддерживают кишечную микробиоту и снижают риск неинфекционных заболеваний, таких как диабет 2 типа и сердечно-сосудистые заболевания [4,5].

Также в последние годы наблюдается возрастающий интерес к использованию альтернативных зерновых культур. Среди таких культур особое внимание уделяется просу, отличающемуся высокой пищевой ценностью и устойчивостью к неблагоприятным клима-

тическим условиям. Просо богато белками, пищевыми волокнами, минеральными веществами (железо, магний, цинк, фосфор) и антиоксидантами, витаминами группы В, а также не содержит глютена, что делает его ценным компонентом диетического и безглютенового питания [6]. Существенным преимуществом проса является его способность расширять ассортимент и повышать вариативность пищевого рациона. Установлено, что включение проса в структуру питания способствует формированию более сбалансированного и разнообразного рациона, что подтверждает его значимость как ценного зернового компонента в системе здорового питания [7,8].

Разнообразие в потреблении проса важно для понимания пищевых привычек и культурных обычаев древних народов. Просо характеризуется высоким содержанием таких аминокислот как лейцин и гистидин, богато клетчаткой, минеральными веществами (кальцием, магнием, фосфором, железом, кобальтом, марганцем, медью и молибденом), витаминами В1, В6, В9, РР и каротиноидами. Просо обладает липотропным действием, нормализует работу сердечно-сосудистой системы за счет высокого содержания калия, магния и кальция, а также регулирует работу желудочно-кишечного тракта и печени. Способы приготовления могут влиять на питательный состав и усвояемость проса [7].

Результаты, полученные в работе Fu Y. и Shen Q. (2021), подчеркивают важность учета способов приготовления при оценке питательной ценности проса и его потенциальной пользы для здоровья. В своей работе авторы также исследовали потенциальные функциональные свойства данного зернового сырья и установили, что изоляты белка из сырого и термически обработанного щетинистого проса способны замедлять развитие сахарного диабета 2 типа у мышей с экспериментально индуцированным диабетом [9]. Согласно данным Hussain, S. (2019), включение просяной муки в рецептуру печенья способствует повышению антиоксидантной активности готовых изделий. Авторами установлено, что образцы печенья с частичной заменой пшеничной муки на просяную характеризовались более высоким содержанием фенольных соединений по сравнению с контрольными образцами [10].

В исследовательской работе Сыроевой Н.М. и Жданова Д.В. (2021) установлено, что мука из проса может использоваться не только при производстве традиционных изделий, но и при разработке современных продуктов функционального назначения. Включение просяной муки способствует повышению биологической ценности готовой продукции за счёт увеличения содержания пищевых волокон и минеральных веществ [11].

Работы Singh et al. (2019) и Sharma & Chauhan (2020) отмечают, что при введении просяной муки в пшеничную до 30% наблюдаются изменения в водопоглощительной способности, времени замеса и стабильности теста. При этом оптимальные дозировки (до 20%) позволяют улучшить питательную ценность и вкус без существенного ухудшения структуры [12-14].

Кроме того, Adeyeye et al. (2021) указывают, что технологическая обработка, включая термическое заваривание, может положительно влиять на взаимодействие белков и крахмала, улучшая текстуру и влажность полуфабрикатов на основе смесей пшеничной и просяной муки. Заваривание способствует частичному набуханию крахмала и снижению антинутриентов, что делает такие продукты более стабильными и питательными [15].

В последние годы, в связи увеличением выработки безглютеновой кондитерской продукции особую популярность приобрели миндальная мука, также как и мука из других орехов, семян и кокосового ореха. Миндальная мука является одной из распространенных и широко применяемых мукой из орехов, так как

используется для приготовления особо деликатного печенья, пирожных и других кондитерских изделий [16, 17].

Преимущество применения муки миндаля увеличение содержания белка и жира в готовом изделии. Замедляется процесс черствения при выработке бисквитов и кексов на миндальной муке, благодаря чему выпечка остаётся мягкой и свежей дольше. По химическому составу миндаль значительно превосходит пшеничную муку: он содержит 20–25% белка, 53–55% жира, а также разнообразные витамины и минеральные вещества. При выработке бисквита, печенья и других изделий на миндальной муке вкус и мягкость выпечки напоминают изделия на яйцах с добавлением масла, улучшая как консистенцию, так и органолептические свойства готового продукта [18].

Таким образом, анализ литературных источников показывает, что использование просяной, миндальной муки является перспективным направлением, позволяющим обогатить заварные полуфабрикаты питательными веществами при сохранении приемлемых технологических свойств.

Целью исследований явилась разработка технологии заварных полуфабрикатов с применением муки проса, миндаля для повышения пищевой ценности, безопасности, удлинения сроков свежести изделий. Будут представлены результаты экспериментальных исследований, направленных на оценку органолептических свойств, технологических параметров заварных полуфабрикатов с различными уровнями муки из проса, миндаля.

#### **Материалы и методы исследований**

Исследования выполнялись на базе кафедры Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств, Института исследований безопасности пищевых продуктов АО «Алматинский технологический университет».

В качестве объектов исследований было выбрано исходное сырьё: мука пшеничная хлебопекарная 1 сорта, «Цесна», ГОСТ 26574-85; мука универсальная без глютена просяная (пшеничная), ООО «Гарнец», ТУ 9293-002-43175543-03; мука миндальная без глютена, ТОО Quantum Tech Solutions; контрольные и опытные образцы заварного полуфабриката.

Показатели качества определяли в соответствии с методиками, изложенными в следующих нормативных документах: ГОСТ 5897—90 Методы определения органолептических показателей качества (визуальная оценка внешнего вида и цвета продукта, тактильный

анализ консистенции, а также дегустация для определения вкуса и запаха); ГОСТ 5898—87 Методы определения кислотности и щелочности.

Тесто готовили из пшеничной муки первого сорта и муки из проса. Его подготовка включала следующие этапы: подготовка компонентов; смешивание соли, воды, нагрев до 80 °С, внесение муки; заваривание смеси в течение 5-10 мин; охлаждение заваренной смеси до 30-35°С; внесение яиц, перемешивание до однородности в миксере; внесение воды, перемешивание; формование; выпечка: 1 период при температуре не выше 190-220°С до формирования корочки, 2 период при 170-180 °С до готовности.

Исследовались микробиологические показатели качества заварных полуфабрикатов из муки пшеничной высшего сорта и просяной перед закладкой на хранение, после 3 и 5 суток хранения, в соответствии с ГОСТ 10444.15-94, ГОСТ 31747-2012, ГОСТ 10444.12-88.

#### **Результаты и обсуждение**

Задачи расширения ассортимента, повышения качества и производства кондитерских изделий с высокими потребительскими свойствами могут решаться на основе применения продуктов переработки альтернативных культур. Мука из проса и миндаля влияет на белково-протеиназный, углеводно-амилазный комплексы пшеничной муки, обеспечивая оптимальные реологические свойства теста. Стабилизация

качества изделий в условиях разнообразия свойств основного и дополнительного сырья, улучшения качества изделий и другие факторы, влияющие на процесс приготовления теста, приводят к необходимости корректировки соотношений рецептурных компонентов, оценки эффективности их действия во взаимосвязи с параметрами ведения технологического процесса.

С целью разработки более эффективной технологии производства качественной продукции исследовали возможность использования просяной муки в заварном полуфабрикате. Дозировка просяной муки в тесте при проведении пробных выпечек выбрана в количестве 7, 15 и 20% к массе пшеничной муки, в соответствии с рецептурой. Мука из проса дозировалась на этапе заваривания массы. В качестве контроля был принят образец с применением пшеничной муки, без внесения альтернативных видов муки. В дальнейшем вносилась мука миндаля в количестве 10, 20, 30%, к массе муки в тесте.

Качество изделий (табл. 1) оценивали по органолептическим показателям: форма, состояние поверхности, цвет, вкус, запах, вид на срезе, связанный с образованием полости внутри изделия. По физико-химическим показателям характеризовались: массовая доля влаги, щелочность, высота изделий. Также определялись микробиологические показатели качества заварных полуфабрикатов.

Таблица 1. Показатели качества заварных полуфабрикатов с различной дозировкой просяной муки

№	Наименование показателей	Контроль, с применением пшеничной муки 1 сорта	Заварной полуфабрикат с применением просяной муки, в % к массе пшеничной муки		
			7	15	20
1	Форма	правильная, соответствующая данному наименованию заварных полуфабрикатов, без вмятин			
2	Поверхность	рифленая, с небольшими трещинами			
3	Цвет	золотисто-желтый	золотисто-желтый		желтый
4	Вкус и запах	свойственный заварному полуфабрикату, без посторонних запаха и привкуса		свойственный заварному полуфабрикату, с привкусом проса	
5	Вид на срезе (характерная полость)	пропеченные заварные полуфабрикаты, с характерной хорошо развитой полостью		пропеченный заварной полуфабрикат, с удовлетворительно развитой полостью	
6	Массовая доля влаги, %	7,4	7,2	7,6	8,0
7	Щелочность, град	1,3	1,4	1,5	1,5
8.	Высота изделий, см	4,0	4,0	4,2	3,5

Как показано в таблице 1, влажность теста, щелочность остается в пределах нормы. Органолептическая оценка готовых изделий показала, что изделия с 7, 15% содержанием просяной муки не отличались от контроля. Изделия имели свойственные для заварного полуфабриката золотисто-желтый цвет, поверхность с небольшими трещинами. Также, готовые изделия имели более развитый объем и хорошо развитую внутреннюю полость. С увеличением дозировки до 20% изделия получались с небольшим объемом и полостью, имели желтую окраску. Повышенная дозировка просяной муки приводила к появлению привкуса, характерного для проса. В результате исследований было доказано, что при производстве заварного полуфабриката введение 15% просяной муки, к общей массе муки будет наиболее оптимальным.

Одно из направлений повышения качества изделий – применение сырья, содержащего значительное количество жира с оптимальным жирнокислотным составом, что позволяет осуществить замену маргарина в изделиях. Жирнокислотный состав жиров миндаля в основном состоит из полезных ненасыщенных жирных кислот, где доминирует мононенасыщенная олеиновая кислота (омега-9) — до 62%, и полиненасыщенная линолевая кислота (омега-6) — около 24%, что способствует снижению уровня «плохого» холестерина, повышает защитные силы организма.

В исследованиях проводили оценку эффективности действия муки миндаля в количестве 10, 20, 30 %, к массе муки с в тесте (рис. 1-3).

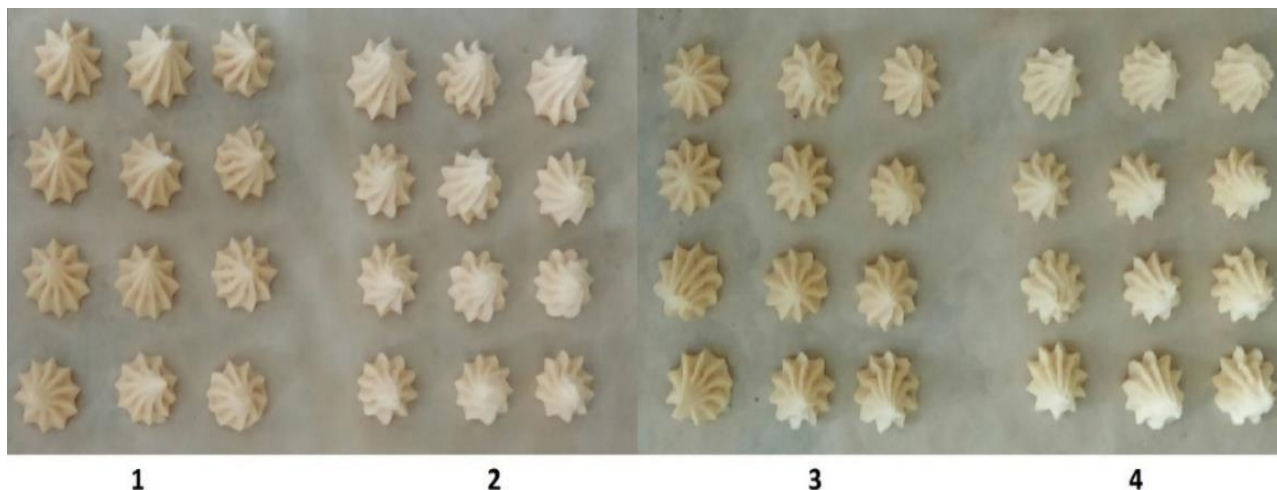


Рисунок 1. Отформованные тестовые заготовки заварного полуфабриката (вид сверху) с применением 15% просяной муки и миндальной муки в количестве: 1 – контроль (без внесения миндальной муки); 2 –10%; 3 –20%; 4 –30%

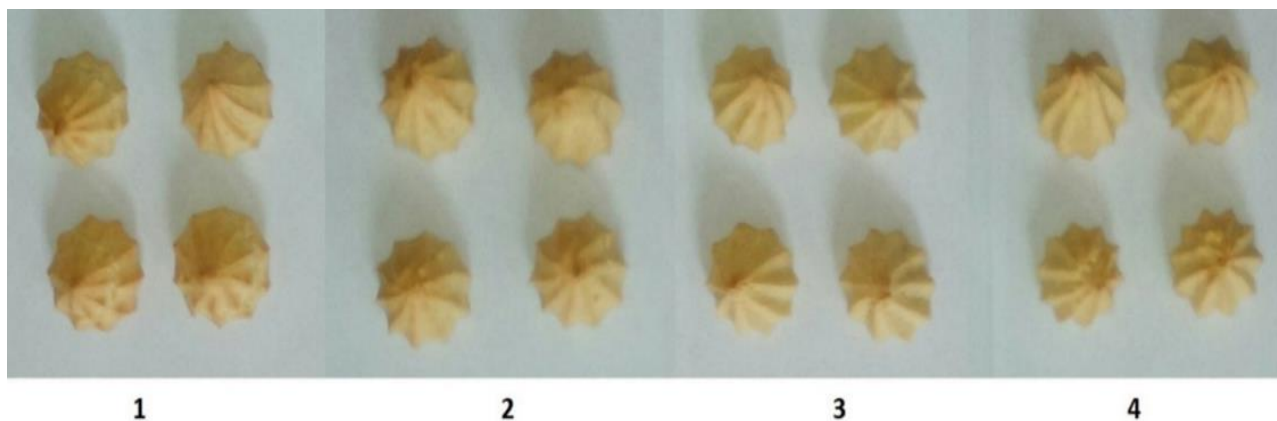


Рисунок 2. Выпеченный заварной полуфабрикат (вид сверху) с применением 15% просяной муки и миндальной муки в количестве: 1 – контроль (без внесения миндальной муки); 2 –10%; 3 –20%; 4 –30%



Рисунок 3. Выпеченный заварной полуфабрикат (вид в разрезе) с применением 15% просяной муки и миндальной муки в количестве: 1 – контроль (без внесения миндальной муки); 2 –10%; 3 –20%; 4 –30%

В качестве контрольных вариантов выбран: контроль - образец заварного полуфабриката с применением пшеничной муки и 15% просяной муки. При анализе качества кондитерских изделий, приготовленных с использованием муки миндаля, можно отметить ее высокую значимость для формирования качественных показателей заварных полуфабрикатов и образования полости внутри изделия.

Как показали пробные выпечки изделий, мука миндаля положительно влияла на процессы замеса и формования изделий. При смешивании компонентов теста для заварного полуфабриката вначале получалось крошковатым, но при дальнейшем замесе становилось однородным, упруго-пластичным. При внесении миндальной муки в количестве 10 и 20%, к массе муки, консистенция близка к консистенции теста контрольного образца, изделия легко отсаживались. Консистенция теста при внесении миндальной муки 30% была более плотной. Отсаженные изделия не расплывались и имели характерную для заварного полуфабриката структуру. Таким образом, лучший результат по консистенции теста и готовых изделий получен при внесении миндальной муки до 20%.

Одним из основных признаков качества пищевых продуктов является их безопасность. Безопасность изделий предполагает изучение заварных полуфабрикатов на микробиологические показатели. Анализ качества заварного полуфабриката по микробиологическим показателям проводили по общепринятым методикам в научно-исследовательской лаборатории Института исследований безопасности пищевых продуктов. Через 4 ч хранения заварных полуфабрикатов после выпечки, а также через 3 и 5 суток хранения в них определялись такие микробиологические показатели, как количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерий группы кишечных палочек (*Escherichiacoli*, *Enterococcus*, *Proteus*, *Clostridiumperfringens*, термофильные, *Salmonella*), группы одноклеточных грибов (дрожжей), плесневых грибов в соответствии с ГОСТ 10444.15-94, ГОСТ 31747-2012, ГОСТ 10444.12-88.

Результаты санитарно-гигиенических исследований заварных полуфабрикатов с добавлением просяной, миндальной муки представлены в таблице 2.

Таблица 2. Микробиологические показатели качества заварных полуфабрикатов: перед закладкой на хранение, после 3 и 5 суток хранения

Наименование микробиологических показателей	Норма по НД	Заварные полуфабрикаты с добавлением просяной муки (ПМ) и миндальной муки(ММ):	
		15% ПМ	15% ПМ+ 20% ММ
<b>Показатели качества заварных полуфабрикатов перед закладкой на хранение</b>			
- МАФАнМ, КОЕ/г, не более	$5 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^2$
-БГКП в 0,1 г/см <sup>3</sup> продукте	не допускается	не обнаружено	не обнаружено
-Дрожжи, КОЕ/г, не более	50	5	7
-Плесень, КОЕ/г, не более	50	11	12
<b>Показатели качества заварных полуфабрикатов после 3 суток хранения</b>			
- МАФАнМ, КОЕ/г, не более	$5 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$
-БГКП в 0,1 г/см <sup>3</sup> продукте	не допускается	не обнаружено	не обнаружено
-Дрожжи, КОЕ/г, не более	50	10	16
-Плесень, КОЕ/г, не более	50	17	16
<b>Показатели качества заварных полуфабрикатов после 5 суток хранения</b>			
-КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	$5 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^3$
-БГКП в 0,1 г/см <sup>3</sup> продукте	не допускается	не обнаружено	не обнаружено
-Дрожжи, КОЕ/г, не более	50	15	19
-Плесень, КОЕ/г, не более	50	25	28

Анализ полученных данных свидетельствует, что все образцы изделий по микробиологическим показателям не превышают нормы по НД, также соответствуют ГОСТ 10444.15-94 и ГОСТ 10444.12-88. В них не обнаружены бактерии группы кишечных палочек - ГОСТ 31747-2012. Установленная в результате исследований безопасность изделий по микробиологическим показателям в результате применения муки первого сорта, муки из проса и миндаля, подтверждает целесообразность разработки технологии новых видов заварных полуфабрикатов.

#### **Заключение**

Полученные результаты по разработке заварного полуфабриката с использованием просяной, миндальной муки можно обобщить в следующих выводах:

- определены оптимальные соотношения от 93:7 до 85:15 муки пшеничной и муки просяной для производства заварного полуфабриката. Эти образцы имели приятный вкус и аромат, отличались хорошим цветом, правильной формой. В результате заваривания просяной муки, образовались изоляты белка проса, которые замедляют развитие диабета 2 типа, в соответствии с исследованиями [9].

- образцы с добавлением 20% миндальной муки и 15% просяной муки характеризовались свойственным заварным изделиям состоянием поверхности, правильной формой, хорошо развитой полостью. Внесение просяной, миндальной муки обеспечивает повышение пищевой ценности и качества заварных изделий. Доказано, что образцы заварных полуфабрикатов с применением 20% миндальной муки и 15% просяной муки на протяжении всего срока хранения (до 5 суток) имеют более высокие органолептические и физико-химические показатели по сравнению с контрольным образцом;

- установлена безопасность заварных полуфабрикатов по микробиологическим показателям в результате применения муки первого сорта, муки из проса и миндаля в зависимости от сроков хранения: через 4 ч после выпечки, через 3, 5 суток хранения;

- подтверждена целесообразность разработки технологии новых видов заварных полуфабрикатов, с применением 15 % заваренной просяной муки, 20 % миндальной муки, обеспечивающей замену маргарина в продукте на основе комплексной оценки качества, исследований продукции по микробиологическим критериям, высокая стойкость при хранении и удлинением сроков годности продукции до 5 суток.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Suo X., Tagliasco M., Bonfini M., Bonfili L., Moreno Araiza O., Baggio A., Eleuteri A.M., Pellegrini N., Vittadini E. Development of sugar and fat reduced pulse cookies with improved predicted glycemic behavior // *Applied Food Research*. – 2025. – Vol. 5, Issue 1, Article 100761.
2. Nakov G. Apple cakes as a source of dietary fiber and polyphenols and their effect on rheological characteristics and preparation of cakes / G. Nakov, A. Brandolini, A. Hidalgo, N. Ivanova, V. Stamatovskaya, I. Dimov // *Food and technological properties of cakes*. – 2020. – № 134. – P. 109 – 150.
3. Василевская М.Н. Перспективы использования нетрадиционного растительного сырья при разработке мучных сладостей с дифференцированным содержанием основных нутриентов [Текст] / М.Н. Василевская // *Пищевая промышленность: наука и технологии*. – 2022. - №4 (15). - С.13-14.
4. Kaur S., Kaur G., Kumari A., Ghosh A., Singh G., Bhardwa R., Kumar A., Riar A. Resurrecting forgotten crops: Food-based products from potential underutilized crops a path to nutritional security and diversity // *Future Foods*, 2025, Vol. 11, Article 100585.
5. Rodriguez, J., Rahman, H., Thushar, S., & Singh, R. Healthy and resilient cereals and pseudo-cereals for marginal agriculture: molecular advances for improving nutrient bioavailability // *Frontiers in Genetics*, 2020, Vol. 11, Article 49.
6. Jukanti, A., Gowda, C., Rai, K., Manga, V., & Bhatt, R. Crops that feed the world 11. pearl millet (*pennisetum glaucum* L.): an important source of food security, nutrition and health in the arid and semi arid tropics // *Food Security*, 2016, Vol. 8, Issue 2, P. 307-329.
7. Gulati, P., Li, A., Holding, D., Santra, D., Zhang, Y., & Rose, D. Heating reduces proso millet protein digestibility via formation of hydrophobic aggregates // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2017, Vol. 65, Issue 9, P. 1952-1959.
8. Wang, T., Wei, D., Chang, X., Yu, Z., Zhang, X., Wang, C., Fuller, B. Tianshanbeilu and the isotopic millet road: reviewing the late neolithic/bronze age radiation of human millet consumption from north china to europe // *National Science Review*, 2017, Vol. 6, Issue 5, 1024-1039 p.
9. Fu, Y., Yin, R., Guo, E., Cheng, R., Diao, X., Xue, Y., Shen, Q. (2021). Protein isolates from raw and cooked foxtail millet attenuate development of type 2 diabetes in streptozotocin-induced diabetic mice. *Molecular Nutrition & Food Research*, 2021, Vol. 65, Issue 9, Article e2000365.
10. Hussain, S., Mohamed, A., Alamri, M., Ibraheem, M., Qasem, A., El-Din, M., Almainan, S. Wheat-millet flour cookies: physical, textural, sensory attributes and antioxidant potential // *Food Science and Technology International*, 2019, Vol. 26, Issue 4 P. 311-320.
11. Сысоева, Н. М. Разработка изделий функционального назначения на основе муки из проса [Текст] / Н.М. Сысоева, Д.В.Жданов // *Вестник Казанского Технологического университета*. — 2021. — №12. — С. 78–82.

12. Singh, P., Kaur, A., Ahlawat, S., Sharma, S. Effect of millet flour incorporation on rheological and baking properties of wheat flour // *Journal of Food Processing and Preservation*, 2019, Vol. 43, Issue 8, Article e14032.

13. Sharma, S., Saxena, D. C., Riar, C. S. Effect of incorporating foxtail millet flour on quality characteristics of cookies // *Journal of Food Science and Technology*, 2016, Vol. 53. P. 2015–2024.

14. Sharma, S., Chauhan, E. S. Quality evaluation of composite flour biscuits using finger millet and wheat flour // *International Journal of Food Science and Nutrition*, 2020, Vol. 5, Issue 2, P. 45–52.

15. Adeyeye, S. A. O., Oyewole, O. B., Obadina, A. O. Effect of processing methods on the nutritional and functional properties of millet-based food products // *Food Science & Nutrition*, 2021, Vol. 9, Issue 6, P. 3240–3252.

16. Сергеева, С. С. Исследование реологических свойств заварного теста на овсяной и пшеничной муке и разработка на его основе мучных полуфабрикатов [Текст] / С.С. Сергеева, В.С. Попов, В.Н. Красильников // *Современные проблемы науки и образования*. — 2021. — № 3. — С. 92–99.

17. Резниченко, И. Ю. Разработка и оценка качества заварного полуфабриката с использованием нетрадиционного сырья [Текст] / И.Ю. Резниченко // *Известия АлтГТУ*. — 2021. — № 5. — С. 78–85.

18. Churuangsuk C., Kherouf M., Combet E., Lean M. Low-carbohydrate diets for overweight and obesity: A systematic review of the systematic reviews // *Obesity Reviews*, 2018, Vol. 19, Issue 12, P. 1700–1718.

#### REFERENCES

1. Suo X, Tagliasco M, Bonfini M, Bonfili L, Moreno Araiza O, Baggio A, Eleuteri AM, Pellegrini N, Vittadini E. Development of sugar and fat reduced pulse cookies with improved predicted glycemic behavior. *Appl Food Res*. 2025;5(1):100761.

2. Nakov G, Brandolini A, Hidalgo A, Ivanova N, Stamatovskaya V, Dimov I. Apple cakes as a source of dietary fiber and polyphenols and their effect on rheological characteristics and preparation of cakes. *Food Technol Prop Cakes*. 2020;134:109–150.

3. Vasilevskaya MN. Perspektivy ispolzovaniya netraditsionnogo rastitel'nogo syria pri razrabotke muchnykh sladostei s differentsirovannym soedержaniem osnovnykh nutrientov [Prospects for the use of non-traditional vegetable raw materials in the development of flour sweets with differentiated content of basic nutrients]. *Pishchevaya promyshlennost: nauka i tekhnologii [Food Industry: Science and Technology]*. 2022;15:13–14. (In Russian).

4. Kaur S, Kaur G, Kumari A, Ghosh A, Singh G, Bhardwa R, Kumar A, Riar A. Resurrecting forgotten crops: food-based products from potential underutilized crops – a path to nutritional security and diversity. *Future Foods*. 2025;11:100585.

5. Rodríguez J, Rahman H, Thushar S, Singh R. Healthy and resilient cereals and pseudo-cereals for marginal agriculture: molecular advances for improving nutrient bioavailability. *Front Genet*. 2020;11:49.

6. Jukanti A, Gowda C, Rai K, Manga V, Bhatt R. Crops that feed the world 11. Pearl millet (*Pennisetum*

*glaucom L.*): an important source of food security, nutrition and health in the arid and semi-arid tropics. *Food Secur*. 2016;8(2):307–329.

7. Gulati P, Li A, Holding D, Santra D, Zhang Y, Rose D. Heating reduces proso millet protein digestibility via formation of hydrophobic aggregates. *J Agric Food Chem*. 2017;65(9):1952–1959.

8. Wang T, Wei D, Chang X, Yu Z, Zhang X, Wang C, Fuller B. Tianshanbeilu and the isotopic millet road: reviewing the late Neolithic/Bronze Age radiation of human millet consumption from North China to Europe. *Natl Sci Rev*. 2017;6(5):1024–1039.

9. Fu Y, Yin R, Guo E, Cheng R, Diao X, Xue Y, Shen Q. Protein isolates from raw and cooked foxtail millet attenuate development of type 2 diabetes in streptozotocin-induced diabetic mice. *Mol Nutr Food Res*. 2021;65(9):e2000365.

10. Hussain S, Mohamed A, Alamri M, Ibraheem M, Qasem A, El-Din M, Almainan S. Wheat–millet flour cookies: physical, textural, sensory attributes and antioxidant potential. *Food Sci Technol Int*. 2019;26(4):311–320.

11. Sysoeva NM, Zhdanov DV. Razrabotka izdelii funktsionalnogo naznacheniya na osnove muki iz prosa [Development of functional food products based on millet flour]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Kazan Technological University]*. 2021;12:78–82. (In Russian).

12. Singh P, Kaur A, Ahlawat S, Sharma S. Effect of millet flour incorporation on rheological and baking properties of wheat flour. *J Food Process Preserv*. 2019;43(8):e14032.

13. Sharma S, Saxena DC, Riar CS. Effect of incorporating foxtail millet flour on quality characteristics of cookies. *J Food Sci Technol*. 2016;53:2015–2024.

14. Sharma S, Chauhan ES. Quality evaluation of composite flour biscuits using finger millet and wheat flour. *Int J Food Sci Nutr*. 2020;5(2):45–52.

15. Adeyeye SAO, Oyewole OB, Obadina AO. Effect of processing methods on the nutritional and functional properties of millet-based food products. *Food Sci Nutr*. 2021;9(6):3240–3252.

16. Sergeeva SS, Popov VS, Krasilnikov VN. Issledovanie reologicheskikh svoistv zavarnogo testa na ovsyanoi i pshenichnoi muke i razrabotka na ego osnove muchnykh polufabrikatov [Study of the rheological properties of choux pastry made from oat and wheat flour and development of flour semi-finished products based on it]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern Problems of Science and Education]*. 2021;3:92–99. (In Russian).

17. Reznichenko IY. Razrabotka i otsenka kachestva zavarnogo polufabrikata s ispolzovaniem netraditsionnogo syria [Development and quality assessment of a choux semi-finished product using non-traditional raw materials]. *Izvestiya AltGTU [Proceedings of Altai State Technical University]*. 2021;5:78–85. (In Russian).

18. Churuangsuk C, Kherouf M, Combet E, Lean M. Low-carbohydrate diets for overweight and obesity: a systematic review of the systematic reviews. *Obes Rev*. 2018;19(12):1700–1718