

МРНТИ 65.33.29

**Н.В. Иванникова**<sup>1</sup> – основной автор, | ©  
**А.Б. Мынбаева**<sup>2</sup><sup>1</sup>Магистр техники и технологии, ст. преподаватель,<sup>2</sup>Канд. техн. наук, доцент

ORCID

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-2739-6239>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-3799-2686>

Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати,



г. Тараз, Республика Казахстан

<sup>1</sup>[natika.77@mail.ru](mailto:natika.77@mail.ru), <sup>2</sup>[mab\\_g@mail.ru](mailto:mab_g@mail.ru)<https://doi.org/10.55956/HIPS7107>

## ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО СЫРЬЯ

**Аннотация.** В статье проанализирована перспективность расширения ассортимента функциональных продуктов питания – хлебобулочных изделий: булочек и хлебных палочек посредством использования нетрадиционного растительного сырья – культуры киноа, конопляной клетчатки. В статье представлен потенциал киноа в качестве сырья для производства отдельных хлебобулочных изделий, функциональные свойства конопляной клетчатки. Обоснована целесообразность использования растительных источников пищевых и биологически активных веществ (муки киноа, клетчатки конопляной, гречневой муки) для корректировки пищевой ценности безглютеновых, хлебобулочных изделий для здорового и лечебно-профилактического питания.

**Ключевые слова:** киноа, конопляная клетчатка, гречневая мука, хлебные палочки, функциональное питание, функциональные свойства.



Иванникова, Н.В. Технология хлебобулочных изделий с использованием безглютенового сырья [Текст] / Н.В. Иванникова, А.Б. Мынбаева // Механика и технологии / Научный журнал. – 2022. – №2(76). – С.37-44. <https://doi.org/10.55956/HIPS7107>

**Введение.** Хлеб из киноа «идеальный «легкий» и быстрый хлеб. В рецептуре отсутствуют дрожжи и глютен, что особенно актуально для людей, страдающих непереносимостью белка. Технология приготовления исключает брожение, расстойку, значительно сокращается процесс замеса. Сочетание ингредиентов (мука из семян киноа), разрыхлитель обеспечивает хороший подъем теста, умеренную пористость.

Известны различные рецептуры приготовления хлеба с использованием культуры киноа, смеси киноа и других культур. Так, отличным сочетанием можно считать композицию киноа и гречневая мука, киноа-конопляная клетчатка. Композиция киноа-конопляная клетчатка обогащает хлебпищевыми волокнами, антиоксидантами, протеином, витаминами, минералами, полезными растительными соединениями. По пищевой ценности такой хлеб превосходит хлеб из проросшего цельного зерна. Конопляная клетчатка выполняет роль «щетки» для кишечника, выводя токсины, частицы не перевариваемой пищи. Конопляные волокна играют положительную роль в

функционировании толстого кишечника, являясь хорошей питательной средой для бифидобактерий.

В последние десятилетия во всем мире возрос рост онкологических заболеваний. Научные изыскания в этой области подтверждают, что, хотя этиология рака до конца не изучена, риск развития онкологических заболеваний связан с неправильным питанием. Совершенствование рационов питания с включением хлебобулочных изделий, которые содержали бы физиологически функциональные ингредиенты (пищевые волокна, витамины, аминокислоты и пептиды, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты и др.). Сегодня потребительский рынок хлебобулочных изделий с использованием нетрадиционных безглютеновых видов сырья достаточно многообразен, ориентирован на различные категории населения. К группе безглютеновых видов сырья можно отнести и киноа, культуру которую называют золотым зерном инков. Киноа (quinoa) – это картофель, яйца, молоко и хлеб, выросшие на одном стебле. Это уникальный источник пищевых волокон, железа, фосфора, марганца [1]. Ученые называют киноа псевдозерновой культурой, часто относят ее к крупе, хотя по сути это плоды, которые являются фруктами. Сегодня в Европе расширяются угодья для возделывания киноа, поскольку культура обладает огромным потенциалом, выдающимися внутренними характеристиками, такими как: широкая генетическая изменчивость; генофонд чрезвычайно важен для выведения превосходных сортов (скороспелость, размер и цвет зерна, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам, урожайность зерна и побочные продукты); приспособляемость к неблагоприятным климатическим и почвенным условиям. Содержание белка в киноа выше чем в любом злаке – 16,2% (приблизительно равно количеству белка в амаранте и гречке). Для сравнения: в рисе - 7,5%, просе - 10%, в пшенице и кукурузе - 14%, в ячмене до 15,8%). Отдельные сорта киноа содержат более 20% белка. Аминокислотный состав белков киноа очень сбалансирован по лизину и близок к составу белков молока. Уникальность киноа подтверждена многочисленными исследованиями и связана с ее высокой питательной ценностью, что сделало ее популярной среди людей, придерживающихся правильного, здорового питания.

Конопляная клетчатка, именуемая королевской, является кладезем питательных веществ, способствует нормализации функций пищеварительной, иммунной, эндокринной и других систем организма. Полезные свойства конопляной клетчатки: восполнение недостатка микроэлементов и витаминов, нормализация работы кишечника, устранение дисбактериозов, предотвращение геморроя и рака прямой кишки, противопаразитарные свойства, понижение уровня в крови сахара и холестерина, снижение риска развития сердечнососудистых заболеваний. Характерной особенностью конопли является высокое содержание жира от 32,5 до 51,5% с содержанием полиненасыщенных жирных кислот,  $\omega$ -3,  $\omega$ -6 [2]. Все эти полезные свойства были забыты и нивелированы на протяжении долгих лет и конопля - каннабис носил штамп вредоносного источника, хотя наши предки успешно выращивали культуру каннабис для различных целей.

Мука гречишная также обладает высокой биологической ценностью. Это богатый источник незаменимых аминокислот, насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон.

При разработке безглютеновых мучных изделий характерны два направления. Одно из них нацелено на разработку изделий на основе

безглютенового сырья растительного происхождения. Практически весь ассортимент безглютеновых изделий в настоящее время производится по технологиям, относящимся к этому направлению. Второе – направлено на удаление или изменение глютена в глютенсодержащем сырье. Это направление находится в стадии исследования [3].

В настоящей статье обоснована целесообразность использования растительных источников пищевых и биологически активных веществ (муки киноа, клетчатки конопляной, гречневой муки) для корректировки пищевой ценности безглютеновых, хлебобулочных изделий для здорового и лечебно-профилактического питания.

**Условия и методы исследования.** Цель исследования – провести анализ и систематизацию литературных данных по теме исследований для целесообразности использования безглютеновых культур в производстве хлебобулочных изделий и хлебных палочек; определить оптимальные дозировки минорных компонентов и способ приготовления.

В соответствии с поставленной целью исследований определены задачи исследования: обосновать целесообразность использования муки из зерен киноа, конопляной клетчатки, гречишной муки в качестве нетрадиционного сырья в производстве пищевых продуктов, частности хлебобулочных изделий.

Замена пшеничной муки мукой киноа в сочетании с конопляной клетчаткой улучшает функциональные свойства хлебобулочных изделий [4]. Функциональные ингредиенты хлебобулочных изделий и их источники представлены в таблице 1.

Таблица 1

## Источники функциональных свойств в хлебобулочных изделиях

Источники функциональных ингредиентов	Функциональный компонент
Клетчатка, полноценный белок, витамины: тиамин В <sub>1</sub> , рибофлавин В <sub>2</sub> , фолиевая кислота В <sub>9</sub> ; ниацин РР, витамины ретинол А и токоферол Е, минеральные вещества, холин, фитостеролы: генистеин и дайдзеин	Мука киноа
Пищевые волокна, углеводы с низким гликемическим индексом	Конопляная клетчатка
Магний, цинк, железо, калий, рутин, природные антиоксиданты, а также витамины Е и группы В	Гречишная мука
Сквален, омега-6. Особая форма витамина Е с высокими антиоксидантными свойствами, минералы	Амарантовое масло «Сибирское здоровье»
Фитонциды, йод, ликопин, капсаицин	Адыгейская соль

В работе использовали общепринятые методы исследования сырья, готовой продукции, в т.ч. физико-химические, органолептические. Определение структурно-механических свойств осуществляли на текстуранализаторе TexVolTVT - 300XP/XPН. Органолептическую оценку качества безглютеновых изделий проводили на основании описательного и профильного методов оценки качества готовых изделий с использованием балльной оценки.

**Результаты исследований.** В качестве функциональных растительных источников биологически активных веществ научно обосновано применение муки киноа, клетчатки конопляной, гречневой муки. На основании

результатов исследований разработана техническая документация способа приготовления безглютеновой булочки «Золотое зерно» с использованием муки из киноа, гречневой муки, конопляной клетчатки. Качественные характеристики готовых изделий достаточно высоки, отличаются приятным вкусом. Имеются проекты технической документации на безглютеновые хлебные палочки с использованием киноа, конопляной клетчатки.

В ходе исследований была проведена оценка потребительских свойств готовой продукции. Экспериментальные образцы имели достаточно высокие показатели качества.

**Обсуждение научных результатов.** Были разработаны и апробированы рецептуры по приготовлению хлебобулочных и хлебных изделий. При выборе сырья для разработки безглютеновых хлебобулочных изделий руководствовались требованиями ТР ТС 027/2012 и Codex Alimentarius 118. Согласно требованиям, к безглютеновым продуктам относятся продукты с содержанием глютена менее 20 мг/кг продукта. Данный показатель является основным при формировании рецептурных компонентов. Выбранная комбинаторика мука киноа-гречневая мука-конопляная клетчатка весьма актуальна. Для определения оптимальных дозировок проводили серию лабораторных выпечек. Компонентный состав безглютеновых рецептов образцов хлебных палочек представлен в таблице 2.

Таблица 2

Компонентный состав безглютеновых рецептов образцов хлебных палочек

Компоненты смеси	Соотношение компонентов рецептурной смеси, %		
	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Конопляная клетчатка	30	20	30
Мука из киноа	40	50	60
Мука гречневая	30	30	10

На рисунках 1 и 2 представлены образцы безглютеновой хлебобулочной продукции: три образца хлебных палочек с различным процентным соотношением рецептурных компонентов и булочки «Золотое зерно».



Рис. 1. Образцы хлебных палочек с различным процентным соотношением рецептурных компонентов

Разработку технологии и рецептуры безглютеновой булочки «Золотое зерно» осуществляли с использованием гречневой муки, муки из киноа промышленной переработки торговой марки «Забота о здоровье»,

конопляной клетчатки. Пробные выпечки проводили по общепринятой методике. Тесто для хлебных палочек готовили безопасным способом, замешивая все рецептурные компоненты одновременно в сбивальном оборудовании, предварительно растворив адыгейскую соль в воде. Для замеса использовали холодную питьевую воду. Возможно внесение ароматической адыгейской соли на стадии формирования тестовых заготовок. Ускоренный способ приготовления теста обусловлен отсутствием в рецептуре хлебных палочек дрожжей. Для получения равномерной пористости вносили химический разрыхлитель - 1,2-1,3 кг на 100 кг смеси. Возможно внесение прессованных дрожжей в количестве 1,5 кг на 100 кг смеси. Продолжительность замеса составляет 10 мин. После отлежки, продолжительность которой составляет 15-20 мин, тесто подвергали формованию. Формовать можно вручную, либо на специальном оборудовании. Консистенция теста позволяет формовать его с помощью кондитерского мешка, влажность теста составляла  $50 \pm 1,0\%$ . Сформованные тестовые заготовки, смоченные водой на листах, поступают на выпечку. В зависимости от размера и желаемой степени золотистости выпекать хлебные палочки необходимо 15-20 минут при температуре  $200-210^{\circ}\text{C}$ . При приготовлении безглютенового теста для хлебных палочек на прессованных дрожжах технологический режим характеризуется следующими параметрами: влажность теста 48,5-49%, продолжительность брожения 30 мин, продолжительность расстойки 25 мин при температуре  $35-40^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха 75-80%. При замесе теста на прессованных дрожжах контролируют температуру воды для замеса, начальную и конечную кислотность. Начальная температура составляла  $27^{\circ}\text{C}$ .

Оптимальными характеристиками обладал образец №2. Процентное соотношение компонентов: мука киноа (МК) -50%, гречневая мука (ГМ) 30%, 20% - конопляная клетчатка (КК). Влажность готовой хлебной соломки составляла 10%. Качество хлебной соломки оценивали по органолептическим показателям. Форма правильная соответствующая данному виду, без вмятин, с ровными краями; цвет светло-коричневый; изделия разрыхленные, пропеченные, с равномерной структурой, без признаков непромеса; вкус приятный – ореховый, обусловленный присутствием муки киноа. В ходе научных изысканий были апробированы различные варианты внесения рецептурных компонентов.

Технология приготовления хлеба «Золотое зерно» предусматривает ускоренный способ приготовления бездрожжевого теста с использованием разрыхлителя. Возможно использование прессованных дрожжей в качестве разрыхлителя тестовых заготовок. Основной связующий компонент теста - мука киноа, доля которой составляла 60%. Гречневая мука и конопляная клетчатка вносились в соотношении: для образца №1 гречневая мука (ГМ) 20%, конопляная клетчатка (КК) 20%; образец №2 гречневая мука (ГМ) 30%, конопляная клетчатка (КК) 10%.

Замешенное тесто оставляли для отлежки на 20 мин, тесто подвергали формованию: разделке и округлению тестовой заготовки развесом 45 г. Выпечку производили при температуре  $180^{\circ}\text{C}$  в течении 20 мин. В результате проведенных экспериментальных исследований хлебопекарных и реологических свойств безглютеновых хлебобулочных изделий разработана предварительная рецептура, технология, технологические режимы. Показатели качества безглютеновой хлебобулочной продукции представлены в таблице 3.



Рис. 2. Образец безглютеновой булочки «Золотое зерно»

Таблица 3

Показатели качества безглютеновой булочки  
«Золотое зерно» и хлебных палочек

Наименование показателя	Булочка «Золотое зерно»	Безглютеновая хлебная соломка
Поверхность	Без трещин, гладкая	Гладкая без вздутий и трещин. На нижней стороне допускаются отпечатки сетки и небольшие шероховатости
Форма	Правильная, без боковых выплывов	Форма правильная соответствующая данному виду, без вмятин, с ровными краями
Цвет корки	Равномерный, светло-коричневый	Равномерный от светло-желтого до светло-коричневого
Промес	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса
Пористость, %	Уплотненный мякиш, поры тонкостенные, 74	-
Эластичность	Эластичный, восстанавливается после снятия нагрузки	-
Вкус и запах	Вкус ореховый с привкусом пряных трав	Вкус приятный с ореховым послевкусием, обусловленный содержанием киноа и конопляной клетчатки
Цвет мякиша	Светло-коричневый	-
Формоустойчивость, (Н:Д)	0,75	-
Хрупкость	-	Изделия достаточно хрупкие легко разламывающиеся с достаточным хрустом
Кислотность, град	0,5±0,1	0,4±0,1

**Заключение.** Хлебобулочные изделия и хлебные палочки отличный объект для обогащения природными функционалами, минорными компонентами. Представленный ассортимент – безглютеновая булочка «Золотое зерно» и безглютеновые хлебные палочки – продукция доступная для потребления всеми социальными группами, однако внесенные компоненты несколько удорожают стоимость изделий. Сегментарные области применения киноа достаточно широки: молочные и кисломолочные

продукты, хлебобулочные и мучные кондитерские изделия. Однако эти области сегодня изучены недостаточно. В работе проанализирована целесообразность использования муки киноа, конопляной клетчатки, теоретически обосновано и экспериментально подтверждено использование в рецептуре хлебобулочных изделий киноа и клетчатки конопляной для повышения их пищевой ценности без ухудшения качества готовой продукции. Производство безглютеновых хлебобулочных изделий с использованием муки киноа, конопляной клетчатки имеет социальный эффект. Безглютеновый хлеб «Золотое зерно» и безглютеновые хлебные палочки являются удобным объектом для обогащения и моделирования функциональных свойств, которые способствуют повышению иммунитета человека, нормализации деятельности ЖКТ, профилактике многих заболеваний, в частности для людей с непереносимостью белка пшеницы.

#### Список литературы

1. Киноа – золотое зерно инков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://latinofiesta.ru/quinoa-chisaya-mama/>
2. Савина, Т.С. Технологические свойства обогащенных комpositных смесей с применением продуктов переработки семян конопли [Текст] / Т.С. Савина, Т.П. Красулина, Т.П. Садыгова [и др.] // Сурский вестник. – 2019. – №4 (8). – С.58-61.
3. Барсукова, Н.В. Пищевая инженерия: технологии безглютеновых мучных изделий [Текст] / Н.В. Барсукова, Д.А. Решетников, В.Н. Красильников // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2011. - №1. - С. 51-60.
4. Терентьев, С.Е. Разработка технологии получения пшенично-конопляной муки [Текст] / С.Е. Терентьев, Н.В. Лабутина, Р.Х. Кандроков, И.У. Кусова, А.А. Рындин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://research-journal.org/technical/razrabotka-texnologii-polucheniya-pshenichno-konoplyanoj-muki/>.

*Материал поступил в редакцию 12.04.22.*

**Н.В. Иванникова, А.Б. Мынбаева**

*М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан*

#### ГЛЮТЕНІСІЗ ШИКІЗАТТЫ ПАЙДАЛАНАТЫН НАН-ТОҚАШ ӨНІМДЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

**Аңдатпа.** Мақалада дәстүрлі емес өсімдік шикізатын – киноа дақылын, қарасора талшығын пайдалану арқылы функционалды тамақ өнімдерінің – тәтті тоқаш, нан таяқшалары сияқты нан-тоқаш өнімдерінің ассортиментін кеңейту келешегі талданған. Мақалада киноаның жекелеген нан-тоқаш өнімдерін өндіруге арналған шикізат ретіндегі мүмкіндігі, қарасора талшығының функционалды қасиеттері негізделген. Дұрыс және емдік-профилактикалық тамақтану үшін глютенсіз, нан-тоқаш өнімдерінің тағамдық құндылығын түзету үшін тағамдық және биологиялық белсенді заттардың (киноа ұны, қарасора талшығы, қарақұмық ұны) өсімдік көздерін пайдаланудың тиімділігі негізделген.

**Тірек сөздер:** киноа, қарасора талшығы, қарақұмық ұны, нан таяқшалары, функционалды тамақтану, функционалды қасиеттері.

**N.V. Ivannikova, A.B. Mynbayeva**

*M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan*

#### **TECHNOLOGY OF BAKERY PRODUCTS USING GLUTEN-FREE RAW MATERIALS**

**Abstract.** The presented article analyzes the prospects for expanding the range of functional food products - bakery products: buns, breadsticks through the use of non-traditional plant materials - quinoa culture, hemp fiber. The article presents the potential of quinoa as a raw material for the production of individual bakery products and the functional properties of hemp fiber. The expediency of using plant sources of food and biologically active substances (quinoa flour, hemp fiber, buckwheat flour) to adjust the nutritional value of gluten-free, bakery products for healthy and preventive nutrition is substantiated.

**Keywords:** quinoa, hemp fiber, buckwheat flour, bread sticks, functional nutrition, functional properties.

#### **Reference**

1. Kinoa – zolotoye zerno inkov [Quinoa – golden grain of the Incas] / [Electronic resource]. – Access mode: <http://latinofiesta.ru/quinoa-chisaya-mama/> [in Russian].
2. Savina T.S., Krasulina T.P., Sadigova T.P. Tekhnologicheskiye svoystva obogashchennykh kompozitnykh smesey s primeneniym produktov pererabotki semyan konopli [Technological properties of enriched composite mixtures with the use of hemp seed processing products] // Sursky Bulletin. - 2019. - No.4 (8). - P. 58-61. [in Russian].
3. Barsukova N.V., Reshetnikov D.A., Krasilnikov V.N. Pishchevaya inzheneriya: tekhnologii bezglyutenovykh muchnykh izdeliy [Food engineering: technologies for gluten-free flour products. processes and apparatuses of food production]. -2011. – No.1. - P. 51-60. [in Russian].
4. Terentiev S.E., Labutina N.V., Kandrov R.Kh., Kusova I.U., Ryndin A.A. Razrabotka tekhnologii polucheniya pshenichno-konoplyanoy muki [Development of technology for obtaining wheat-hemp flour] / [Electronic resource]. – Access mode: <https://research-journal.org/technical/razrabotka-texnologii-polucheniya-pshenichno-konoplyanoj-muki/>. [in Russian].