

МРНТИ 65.29.33

А.С. Барашков<sup>1</sup> – основной автор, | ©  
В.А. Шаршунов<sup>2</sup>, А.Л. Желудков<sup>3</sup>



<sup>1</sup>Аспирант, <sup>2</sup>Д-р техн. наук, профессор, <sup>3</sup>Канд. техн. наук, доцент

ORCID

<sup>1</sup><https://orcid.org/0009-0001-6151-086X> <sup>2</sup><https://orcid.org/0009-0005-3527-9907> <sup>3</sup><https://orcid.org/0009-0007-2424-1115>



<sup>1,2,3</sup>Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,



г. Могилев, Республика Беларусь



<sup>1</sup>[and771\\_b@mail.ru](mailto:and771_b@mail.ru)

<https://doi.org/10.55956/LQUM3012>

## КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ КАШ, ГОТОВЫХ К УПОТРЕБЛЕНИЮ

**Аннотация.** Развитие технологий производства безглютеновых изделий и расширение ассортимента доступных по цене и готовых к употреблению безглютеновых продуктов питания открывает новые возможности для поддержания здоровья и улучшения качества жизни людей, придерживающихся безглютеновой диеты. Гипотеза состоит в поиске новых функционально-технологических ингредиентов для получения безглютеновых каш готовых к употреблению. Научная новизна заключается в обосновании выбора новых функционально-технологических ингредиентов для безглютеновой диеты. На основании комплексного анализа литературы и технологических свойств обоснована возможность использования зерна кукурузы в качестве функционального ингредиента для производства безглютеновой продукции.

**Ключевые слова:** безглютеновые продукты, злаковые культуры, кукуруза, пищевая промышленность, пищевая ценность, рис, физико-химические свойства.



Барашков, А.С. Комплексный анализ качества зерна злаковых культур как сырья для получения безглютеновых каш, готовых к употреблению [Текст] / А.С. Барашков, В.А. Шаршунов, А.Л. Желудков // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №1(83). – С.65-76. <https://doi.org/10.55956/LQUM3012>

**Введение.** Безглютеновая продукция становится все более востребованной в связи с растущим числом людей, страдающих от целиакии и непереносимости глютена, а также среди тех, кто выбирает безглютеновую диету по другим причинам. Современные исследования показывают, что безглютеновые пищевые продукты, произведенные на основе второстепенных видов муки и мучных смесей, включая амарантовую и рисовую муку, обладают большей биологической ценностью по сравнению с традиционными видами муки. Использование нетрадиционных видов зернового сырья и инновационных технологий способствует расширению ассортимента безглютеновых продуктов и улучшению их питательных качеств. Альтернативные виды сырья, позволяют не только обогатить рацион питания людей с непереносимостью глютена, но и способствуют

профилактике различных заболеваний, таких как сердечно-сосудистые, атеросклероз, гипертония и другие. Безглютеновые продукты положительно влияют на количественный и качественный состав микрофлоры кишечника и способствуют сохранению свежести продукции [1].

Развитие технологий производства безглютеновых изделий и расширение ассортимента доступных по цене безглютеновых продуктов питания отечественного производства открывает новые возможности для поддержания здоровья и улучшения качества жизни людей, придерживающихся безглютеновой диеты.

**Условия и методы исследования.** Объектами экспериментальных исследований явилось продовольственное и сортовое зерно кукурузы (*Zea mays*), выращенное на сортоиспытательных участках Республики Беларусь (2022-2023 гг. урожаяев). Работа выполнена на базе научной отраслевой лаборатории зерновых продуктов и научно-технологического центра «Техностарт» учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

При исследовании свойств зерна применялись общепринятые и специальные в промышленности, научных учреждениях республики и за рубежом методы исследований. Расчеты, построение графиков и диаграмм осуществляли с помощью приложений Microsoft Office. Отбор проб осуществляли в соответствии с ГОСТ 13586.3. Влажность зерна измеряли воздушно-тепловым методом по ГОСТ 13586.5 и ГОСТ 9404, определение природы зерна – по ГОСТ 10840, массы 1000 зерен – по ГОСТ 10842, плотности зерна и среднего объема одной зерновки – специальными методами оценки зерна в научных учреждениях. Содержание белка определяли по ГОСТ 26889 и по ГОСТ 10846, жира – экстракционно-весовым методом по ГОСТ 29033, крахмала – поляриметрическим методом по ГОСТ 10845, клетчатки – по ГОСТ 13496.2, сахаров – согласно МВИ.МН 4475. Экспресс-анализ влажности, природы, температуры зерна кукурузы в процессе исследования контролировали с помощью анализатора влажности зерна Aqua TR II и влагомера Wile; белка, жира, крахмала, клетчатки – с помощью инфракрасного анализатора Infraneo. Микрофотографии получены на сканирующем электронном микроскопе JSM-5610 LV с системой химического анализа EDX JED-2201 (JEOL, Япония).

**Результаты исследований и обсуждение научных результатов.** Безглютеновая продукция из зерновых культур – это важный сегмент пищевой промышленности, который обеспечивает альтернативу для людей с целиакией и непереносимостью глютена. Исследования показывают, что безглютеновые зерновые культуры, такие как амарант, кукуруза, рис и гречиха, могут также содержать различное количество селена, важного микроэлемента для человеческого организма. Амарант, в частности, выделяется своим высоким содержанием селена, что делает его особенно ценным в рационе людей с непереносимостью глютена [2].

При производстве безглютеновых продуктов из зерновых культур существует риск перекрестного загрязнения глютеном, особенно если продукция не маркирована как «Не содержит глютен». Это требует особого внимания при выборе продуктов [3].

Цель данной работы состоит в изучении свойств и особенностей различных зерновых культур без глютена, таких как рис, кукуруза, гречка и другие, которые могут быть использованы в производстве безглютеновых каш.

Коричневый рис содержит много питательных веществ и является отличной заменой обычному рису [4]. Коричневый рис, также известный как бурый рис, является цельнозерновым продуктом с высоким содержанием питательных веществ. Вот некоторые из его ключевых характеристик: содержит большое количество витаминов группы В, антиоксидантов, минеральных веществ, таких как фосфор, кальций, железо, и селен, который важен для сердечно-сосудистой системы. Богат клетчаткой, которая способствует пищеварению и может помочь предотвратить проблемы с ЖКТ, такие как запоры. Содержит медленные углеводы, которые улучшают метаболизм глюкозы, что особенно важно для диабетиков. Помогает поддерживать здоровье сердца за счет высокого содержания селена и способности улучшать проходимость артерий. Может помочь снизить уровень холестерина благодаря наличию полезных жиров и волокон [5]. Коричневый рис – это отличный выбор для тех, кто стремится к здоровому питанию, благодаря его питательной ценности и полезным свойствам для здоровья.

Дикий рис не является рисом в традиционном понимании, но представляет собой цельное зерно, которое естественно не содержит глютен [4]. Дикий рис, известный также как цицания водяная, представляет собой однолетнее растение семейства злаков и не является рисом в традиционном понимании. Вот некоторые из его ключевых характеристик: дикий рис богат белками (15 г на 100 г), содержит витамины группы В и особенно ценен содержанием фолиевой кислоты. Содержит значительные количества магния, фосфора, цинка и марганца. В отварном виде его калорийность составляет 100 кКал на 100 г продукта. Высокое содержание протеина делает дикий рис полезным для укрепления мышц. В диком рисе вдвое меньше натрия, чем в обычном рисе, и он не содержит насыщенных жиров и холестерина. Дикий рис – это ценный продукт для здорового питания, особенно для вегетарианцев и тех, кто соблюдает пост, так как его белок можно дополнить, сочетая с бобовыми для получения цельного белка [6].

Гречиха не содержит глютен и является хорошим источником белка [4]. Гречиха – это ценное пищевое растение, обладающее рядом полезных характеристик: гречиха богата белками, витаминами группы В, включая фолиевую кислоту, и минералами, такими как магний, фосфор, цинк и марганец. Гречиха не содержит глютен, что делает ее подходящим продуктом для людей с целиакией или непереносимостью глютена. Она устойчива к холодам и засухе, имеет короткий период вегетации и может выращиваться в качестве второй культуры [7]. Регулярное употребление гречихи может способствовать улучшению кровообращения, снижению уровня холестерина и укреплению сердечно-сосудистой системы. Гречиха – это универсальный продукт, который можно использовать в различных блюдах, от каш до выпечки, благодаря своим питательным и полезным свойствам.

Сорго используется в качестве замены пшеницы для выпечки и каши [4]. Сорго – это теплолюбивое, засухоустойчивое и солестойкое растение, которое внешне напоминает кукурузу и легко приспосабливается к различным почвам. Вот некоторые из его ключевых характеристик: сорго богато углеводами и белками, что и определяет его питательную ценность. Тиамин благотворно воздействует на функции мозга и нервную деятельность, улучшает аппетит, налаживает работу сердечной мышцы. Он оказывает позитивное воздействие на рост, уровень энергии, способности к обучению и нужен для тонуса мышц. Полифенольные соединения, являющиеся сильными

антиоксидантами, защищают организм от отрицательных факторов внешней среды, действия табака и алкоголя, а также противостоят старению. Благодаря содержанию витамина РР и биотина сорго улучшает обменные процессы, которые расщепляют жиры и стимулируют выработку жирных кислот, аминокислот, стероидных гормонов и витаминов А и Д. Сорго выращивается как культурное растение – хлебное, техническое и кормовое, и благодаря своей устойчивости к неблагоприятным условиям, оно является важным источником пищи во многих частях мира [8].

Тапиока получают из корней маниока и используют в качестве загустителя [4]. Тапиока – это крахмальный продукт, получаемый из корней маниоки, который обладает рядом характеристик: тапиока содержит 358 ккал на 100 г и является источником углеводов. Хотя тапиока содержит белок, его количество не так велико, как в других продуктах. В тапиоке содержатся кальций и калий, которые полезны для костей и сердечно-сосудистой системы. Тапиока может служить быстрым источником энергии благодаря высокому содержанию углеводов. Употребление тапиоки может улучшить пищеварение и уровень холестерина в крови [9].

Тапиока не содержит глютен, что делает ее подходящим выбором для людей с целиакией или непереносимостью глютена. Тапиока используется в различных кулинарных целях, включая выпечку, десерты, как загуститель для супов и соусов, и в качестве связующего агента в бургерах и наггетсах. Однако следует учитывать, что тапиока содержит мало белка, жиров, клетчатки и витаминов, поэтому ее питательная ценность ниже, чем у муки из злаков [10].

Просо легко усваиваемое зерно, богатое антиоксидантами [4]. Просо – это ценная зерновая культура, обладающая следующими характеристиками: просо богато белками, витаминами группы В, включая фолиевую кислоту, и минералами, такими как магний, фосфор, цинк и марганец [11]. Калорийность проса составляет около 342 ккал на 100 г, что делает его хорошим источником энергии. В просе содержится значительное количество углеводов, около 66,5 г на 100 г, что обеспечивает длительное насыщение [12]. Просо содержит 11,5 г белков и 3,3 г жиров на 100 г, что делает его полезным для укрепления мышц и общего питания. Просо хорошо переносит засуху и жару, что позволяет собирать урожай даже при неблагоприятных погодных условиях. Просо является отличным выбором для здорового питания и может быть использовано в различных кулинарных блюдах. Оно особенно подходит для людей, ищущих альтернативные источники белка и для тех, кто соблюдает безглютеновую диету [11].

Амарант древнее зерно с высоким содержанием белка и лизина [4]. Амарант – это растение семейства Амарантовые, известное своими питательными и лечебными свойствами. Вот некоторые из его ключевых характеристик: амарант богат белками, включая все незаменимые аминокислоты, что делает его отличным источником растительного белка. Он содержит магний, фосфор, железо и марганец, а также является одним из немногих растительных источников высокого содержания качественного селена. Амарант содержит витамины группы В, включая фолиевую кислоту, и витамин Е. Богат антиоксидантами, такими как сквален, которые могут помочь в борьбе со свободными радикалами. Амарант не содержит глютен, что делает его подходящим для людей с целиакией или непереносимостью глютена. Амарант содержит сложные углеводы, которые обеспечивают длительное чувство насыщения и стабильный уровень сахара в крови.

Амарант может быть использован в различных блюдах, от каш до выпечки, и является отличной заменой традиционным зерновым культурам для тех, кто ищет питательные и безглютеновые варианты питания [13].

Тефф – мелкое зерно, богатое кальцием и железом [4]. Тефф – это крошечная безглютеновая крупа, которая считается одним из самых питательных злаков. Вот некоторые из его ключевых характеристик: тефф богат белками, содержит витамины группы В, аскорбиновую и фолиевую кислоты, ниацин, а также минералы, включая железо и кальций [14]. В зерне тефа содержится 69,0–74,0 % углеводов. Содержание белков в теффе составляет 6,0–9,0 %. В теффе содержится 2,2–3,5 % жиров, присутствует около 2,4 % зольных веществ. Калорийность муки из тефа составляет 355 ккал на 100 г [14]. Мука из тефа содержит около 8 г пищевых волокон [15]. Тефф используется для приготовления каш, супов, а также перемалывается в муку для выпечки. Он особенно ценится за высокое содержание железа и является отличным выбором для питания людей с непереносимостью глютена.

Аррорут часто используется для загущения соусов и пудингов [4]. Аррорут – это крахмал, получаемый из корней тропического растения маранты, а также из корней маниоки и мякоти банана. Вот некоторые из его ключевых характеристик: сырой аррорут содержит около 65 кКал на 100 г, 4,24 г белков, 0,2 г жиров и 13,39 г углеводов. Богат калием и фосфором, содержит также натрий, магний и кальций. Содержит витамины группы В, включая В<sub>3</sub>, В<sub>1</sub>, В<sub>5</sub> и В<sub>6</sub>, а также витамин С. Практически полностью усваивается организмом человека и относится к диетическим продуктам. Используется в кулинарии для приготовления соусов, желе, десертов и в выпечке. Особенно хорошо подходит для блюд, требующих низкую температуру загустения. Аррорут обладает общеукрепляющим действием, нормализует обмен веществ и может использоваться в лечении анорексии и анемии кишечника. Также он может способствовать разрежению крови и предотвращению образования тромбов [16].

Овес (*Avena sativa*) – это ценная зерновая культура, обладающая следующими характеристиками: овес – однолетнее травянистое растение семейства злаков. Овес богат белками, углеводами и пищевыми волокнами, а также содержит витамины группы В, включая фолиевую кислоту, и минералы, такие как магний, фосфор, цинк и марганец. Регулярное употребление овса может способствовать улучшению пищеварения, снижению уровня холестерина и поддержанию здоровья сердца. Хотя овес естественно не содержит глютен, он может быть загрязнён глютеном в процессе производства, поэтому для людей с целиакией важно выбирать продукты, специально маркированные как безглютеновые [17]. При использовании овса в безглютеновой диете необходимо убедиться, что зерно маркировано как безглютеновое, так как оно может быть загрязнено глютеном во время обработки [4]. Овес используется в различных кулинарных целях, от каш до выпечки, и является важным компонентом здорового питания.

Кукуруза (*Zea mays*) – это высокорослое однолетнее травянистое растение, которое обладает следующими характеристиками: в зерне кукурузы содержится до 70 % углеводов, 6 % масла, 13 % белков, а также витамины. По питательности 1 кг зерна кукурузы равняется 1,34 кормовой единицы. Кукуруза имеет большое хозяйственное значение как кормовая, пищевая и техническая культура. Из её зерна получают муку, крупу, попкорн,

кондитерские изделия, крахмал, патоку, глюкозу, масло и другие продукты. Кукуруза выращивается в большинстве стран мира и является одной из основных зерновых культур, используемых в пищевой промышленности и сельском хозяйстве [18].

Сегодня группа продуктов готовых к употреблению достаточно широка и разнообразна [19, 20]. Анализ рынка продуктов готовых к употреблению, показал, что на рынке продуктов готовых к употреблению 82 % потребителей приобретают продукты готовые к употреблению с целью экономии времени. Причем наиболее употребляемыми зерновыми продуктами готовыми к употреблению (ЗПУ) являются крупы, хлопья и каши, а лидером по употреблению среди них являются каши готовые к употреблению (рис. 1). Далее следуют хлопья и вермишель, и только потом крупы, что объясняется более высокой трудоемкостью их приготовления.

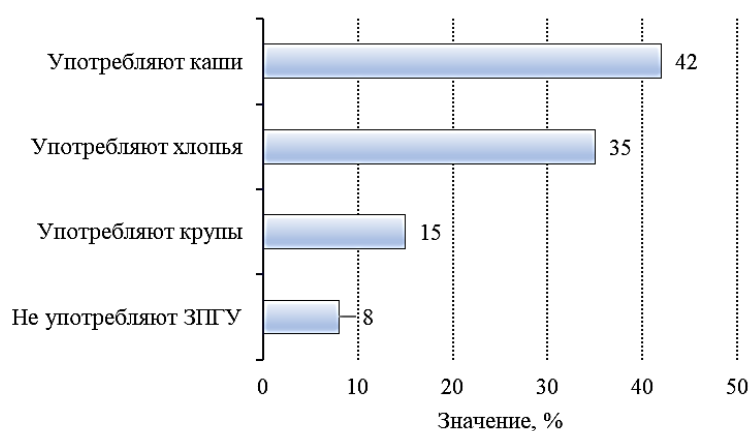


Рис. 1. Распределение потребительских предпочтений относительно потребления продуктов готовых к употреблению

Наиболее популярными среди населения являются рисовые, овсяные, гречневые каши и крупы, овсяные и кукурузные хлопья, а также хлопья из смесей различных круп. Наиболее предпочтительны продукты готовые к употреблению без каких-либо добавок, далее в рейтинге следуют ягодные и фруктовые добавки.

В аналитической части научной работы были также проанализированы и представлены общие данные об объекте исследований. Выделен технический уровень и тенденции развития продуктов готовых к употреблению. Представлен подробный анализ рынка продуктов готовых к употреблению. Приведен перечень патентной документация и основных материалов, отобранных при проведении поиска.

Зерновая отрасль Республики Беларусь характеризуется значительными темпами роста и отличается высокой урожайностью и валовым сбором практически во всех областях республики (рис. 2).

На основании комплексного анализа, проведенного в представленной работе, включающего технологические и пищевые характеристики зерновых культур для дальнейших исследований было выбрано зерно кукурузы отечественного производства.

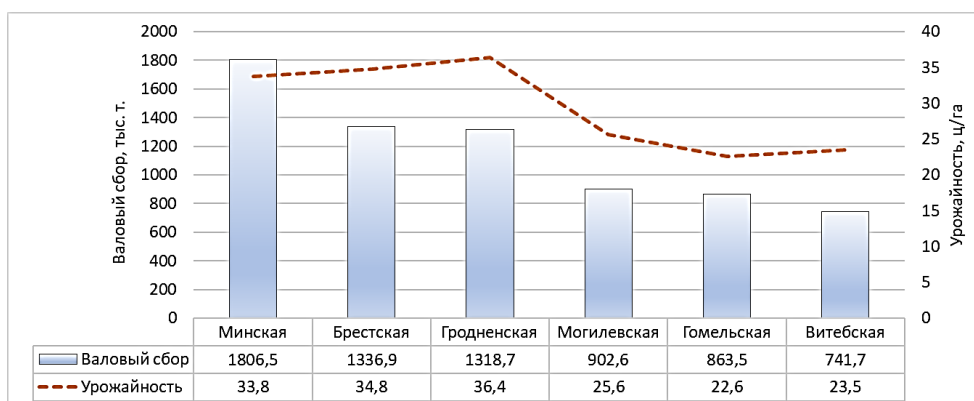


Рис. 2. Валовый сбор и урожайность зерна и зернобобовых культур в 2021 году по областям Республики Беларусь [19]

В Беларуси посевная площадь кукурузы, убранной на зерно, за последние 10 лет увеличилась более чем в 1,7 раза, валовой сбор зерна повысился на 45 %. Средняя урожайность 1 га культуры за этот период колебалась в значительных пределах – от 5 до 6,5 т зерна. Такой невысокий показатель свидетельствует о недостаточном уровне интенсивности ведения отрасли, особенно в сельскохозяйственных организациях. В благоприятных условиях кукурузные посевы могут обеспечивать высокую урожайность культуры: в расчете на 1 балло-га реально получать до 300 кг зерна, т. е. около 400 к. ед., чего не может дать никакая другая зерновая культура [20].

В настоящее время сельскохозяйственные организации республики стремятся расширять посевные площади под кукурузу на зерно (табл. 1), что позволяет увеличивать валовой сбор кукурузного зерна.

Таблица 1

Динамика основных показателей, характеризующих возделывание кукурузы на зерно в условиях Беларуси, 2017–2021 гг.

Показатель	2017	2018	2019	2020	2021
Урожайность сельскохозяйственных культур по категориям хозяйств (центнеров с одного гектара)	53,6	65,3	57,6	50,7	52,5
Посевные площади сельскохозяйственных культур по видам и категориям хозяйств, тысяч гектар	128	170	185	206	222

В процессе работы исследованы физико-химические показатели качества (табл. 2) и химический состав (табл. 3) зерна продовольственной кукурузы отечественного производства.

Таблица 2

Физико-химические свойства зернобобовых культур

Культура	Нагура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Плотность зерновки, кг/м <sup>3</sup>	Объем зерновки, мм <sup>3</sup>	Кислотность, %
Кукуруза	722±12	294±3	1,17±0,20	0,017±0,01	10,0±0,8

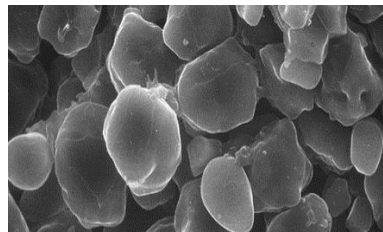
Таблица 3

Химический состав зернобобовых культур

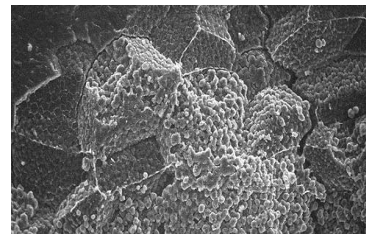
Культура	Содержание, % на сухое вещество						
	крахмал	сахар	жир	белок	пентозаны	клетчатка	зола
Кукуруза	56,9±1,4	2,8±0,2	3,7±0,4	5,9±0,3	3,5±0,2	4,1±0,3	1,3±0,1

Зерно кукурузы намного превосходит по пищевой ценности и по размеру зерно других распространенных зерновых культур [21]. Длина зерновки кукурузы составила  $9,02 \pm 0,12$  мм, ширина  $7,54 \pm 0,21$  мм, толщина  $8,12 \pm 0,14$  мм. Всхожесть образцов зерна кукурузы варьировала в диапазоне от 89 % до 91 %, энергия прорастания от 68 % до 78 %.

Микроструктура исследуемого зерна кукурузы представлена на рисунке 3. Наблюдаются различия в размерах, форме и строении крахмальных зерен. Физико-химические свойства крахмала зависят от размеров крахмальных зерен, количественного соотношения отдельных фракций в смеси и их молекулярной структуры.



а



б

а – увеличение  $\times 2000$ ; б – увеличение  $\times 4000$

Рис. 3. Микрофотографии зерновки кукурузы

Кукурузное зерно состоит из четырех основных частей: шелухи или отрубей (перикарпий и семенная оболочка), зародыша, эндосперма и корневого чехлика. Корневой чехлик является связующим звеном между зерном и кукурузным початком. Шелуха или околоплодник занимает примерно 5-6% общего объема зерна, сравнительно большой зародыш – 10-14%, а остальной объем – это эндосперм. В зерне кукурузы и полупрозрачный, и непрозрачный эндосперм. Клетки кукурузы отличаются большими размерами и очень тонкими стенками.

Структура полупрозрачного эндосперма очень плотная, воздушные прослойки в нем полностью отсутствуют. Гранулы крахмала имеют форму многогранников и удерживаются белковой матрицей. У непрозрачного эндосперма гранулы крахмала имеют сферическую форму и покрыты белковой матрицей, не содержащей белковых тел. Гранулы крахмала в прозрачном и непрозрачном эндоспермах, отличаются по форме.

Полученные результаты исследований позволили оценить в количественной форме особенности микроструктуры анатомических частей кукурузы и увязать их с технологическими показателями зерна. Так, установлено, что содержание белка в зерне возрастает при увеличении размера крахмальных гранул, при повышенном же содержании наиболее мелких гранул содержание белка снижается.



На основании проведенных исследований разработано техническое задание с указанием исходных требований, исходя из требований технологии, к зерну кукурузы как к сырью, используемому для получения зерновых каш готовых к употреблению, исходных требований к технологическому процессу, исходных требований к получаемому продукту.

**Заключение.** Безглютеновые зерновые культуры являются ключевым элементом в рационе людей, придерживающихся безглютеновой диеты. Они не только предотвращают симптомы, связанные с непереносимостью глютена, но и могут обогащать рацион необходимыми микроэлементами, такими как селен. Однако важно учитывать риск перекрестного загрязнения и выбирать продукты, сертифицированные как безглютеновые. Кукурузное зерно является перспективным сырьем для расширения ассортимента безглютеновой продукции и удовлетворения спроса на доступную по цене готовую к употреблению продукцию для поддержания здоровья и улучшения качества жизни людей, придерживающихся безглютеновой диеты.

#### Список литературы

1. Тенденции использования безглютеновых видов муки в производстве продукции функционального назначения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-ispolzovaniya-bezglyutenovyh-vidov-muki-v-proizvodstve-produktsii-funktsionalnogo-naznacheniya>. Дата обращения: 16.03.2024.
2. Содержание селена в безглютеновых зерновых культурах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-selena-v-bezglyutenovyh-zernovyh-kulturah>. Дата обращения: 16.03.2024.
3. Образ жизни без глютена: зерновые [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dzivebezglutena.lv/ru/obraz-zhizni-bez-glyutena/bezglyutenovaya-dieta/zernovye/>. Дата обращения: 20.03.2024.
4. Gluten-Free Foods: What to Eat, What to Avoid [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://feelgoodpal.com/ru/blog/gluten-free-foods/>.
5. Рис бурый – полезные свойства и применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chem-polezno.com/krupy/ris-buryj>. Дата обращения: 25.03.2024.
6. Wild Rice: Health Benefits and Nutritional Information [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://edaplus.info/produce/wild\\_rice.html](https://edaplus.info/produce/wild_rice.html).
7. Buckwheat: Traditional Uses and Potential Health Benefits [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fao.org/traditional-crops/buckwheat/ru/>. Дата обращения: 24.03.2024.
8. Сорго – описание, характеристика, польза, состав и вред [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%BE>. Дата обращения: 23.03.2024.
9. Тапиока – свойства и применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chem-polezno.com/produkty/tapioka>. Дата обращения: 16.03.2024.
10. What is Tapioca and How to Use It [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lifelhacker.ru/tapioka/>. Дата обращения: 20.03.2024.
11. Просяток – описание, характеристики, польза, состав и вред [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.syl.ru/article/329042/proso---eto-opisanie-harakteristika-polza-sostav-i-vred>. Дата обращения: 13.03.2024.
12. Просяток – свойства и применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xcook.info/product/proso.html>. Дата обращения: 13.03.2024.
13. Амарант – описание, характеристики, польза, состав и вред [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%82>. Дата обращения: 27.03.2024.

14. Мука из тефа: полезность, вред, изготовление, рецепты выпечки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tutknow.ru/meal/15023-muka-iz-tefa-polza-vred-izgotovlenie-recepty-vypechki.html>. Дата обращения: 27.03.2024.
15. Теф: описание, характеристики и применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%84>. Дата обращения: 16.03.2024.
16. Arrowroot: History, Uses, and Nutritional Information [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edaplus.info/produce/arrowroot.html>.
17. Овес: полезные свойства, применение и питательная ценность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B2%D1%91%D1%81>.
18. Кукуруза - свойства, распространение и применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ksew.info/kukuruza/>. Дата обращения: 23.03.2024.
19. Шаршунов, В.А. Комплексная оценка качества зерна гречихи белорусской селекции в процессе замачивания и проращивания [Текст] / В.А. Шаршунов, Е.Н. Урбанчик, А.С. Барашков, Л.В. Шустова // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. - № 2. – С. 97-100.
20. Барашков, А.С. Многокомпонентные каши «Профилактика» из смесей безглютеновых видов пророщенного зерна зеленой гречихи и амаранта [Текст] / А.С. Барашков, А.Л. Желудков, Л.В. Шустова // II Международный симпозиум «Пищевые здоровьесберегающие технологии». – Кемерово. – 2023. – С. 201-204.
21. Урбанчик, Е.Н. Динамика свойств зерна овса и гречихи в технологии проращивания [Текст] / Е.Н. Урбанчик, В.А. Шаршунов, М.Н. Галдова, Л.В. Шустова // Вестник АГУ. – Алматы: АГУ, 2022. – С. 106-114. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-4-106-114>.
22. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. – Минск: Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2022. – 35 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/ae6/xtqvasntecw4vdypj0vpy0jcoxtqpphl.pdf>. Дата обращения: 10.04.2024.
23. Шундалов, Б.М. Возделывание кукурузы на зерно: состояние отрасли, производительность труда, результативность работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.29235/18189806202277989>. Дата обращения: 10.04.2024.

Материал поступил в редакцию 28.03.24.

А.С. Барашков<sup>1</sup>, В.А. Шаршунов<sup>1</sup>, А.Л. Желудков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Беларусь мемлекеттік тамақ және химиялық технологиялар университеті,  
Могилев қ., Беларусь Республикасы

#### ТҰТЫНУҒА ДАЙЫН ГЛЮТЕНСІЗ БОТҚАЛАРДЫ АЛУ ҮШІН ШИКІЗАТ РЕТІНДЕ ДӘНДІ ДАҚЫЛДАРДЫҢ АСТЫҚ САПАСЫН КЕШЕНДІ ТАЛДАУ

**Аңдатпа.** Глютенси́з өнімдерді өндіру технологияларын дамыту және қол жетімді және тұтынуға дайын глютенсіз тағамдардың ассортиментін кеңейту глютенсіз диетаны ұстанатын адамдардың денсаулығын сақтау және өмір сүру сапасын жақсарту үшін жаңа мүмкіндіктер ашады. Гипотеза тұтынуға дайын глютенсіз ботқаларды алу үшін жаңа функционалды және технологиялық ингредиенттерді табудан тұрады. Ғылыми жаңалық-глютенсіз диета үшін жаңа функционалды және технологиялық ингредиенттерді таңдауды негіздеу. Әдебиеттер мен технологиялық қасиеттерді кешенді талдау негізінде жүгері дәнін глютенсіз өнімдерді өндірудің функционалды ингредиенті ретінде пайдалану мүмкіндігі негізделген.

**Тіпек сөздер:** глютенсіз тағамдар, дәнді дақылдар, жүгері, тамақ өнеркәсібі, тағамдық құндылығы, күріш, физика-химиялық қасиеттері.

A.S. Barashkov<sup>1</sup>, V.A. Sharchunov<sup>1</sup>, A.L. Zheludkov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Mogilev, Belarus

#### COMPREHENSIVE ANALYSIS OF THE QUALITY OF CEREAL CROPS AS RAW RAW MATERIALS FOR OBTAINING GLUTEN-FREE CEREAL, READY TO EAT

**Abstract.** Advances in gluten-free technology and the expansion of affordable, ready-to-eat gluten-free foods offer new opportunities to maintain the health and improve the quality of life of people following a gluten-free diet. The hypothesis is to search for new functional and technological ingredients to obtain ready-to-eat gluten-free cereals. Scientific novelty lies in substantiating the choice of new functional and technological ingredients for a gluten-free diet. Based on a comprehensive analysis of the literature and technological properties, the possibility of using corn grain as a functional ingredient for the production of gluten-free products is substantiated.

**Keywords:** gluten-free products, cereals, corn, food industry, nutritional value, rice, physicochemical properties.

#### References

1. Tendencii ispol'zovaniya bezglyutenovykh vidov muki v proizvodstve produktsii funktsional'nogo naznacheniya [Electronic resource]. – Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-ispolzovaniya-bezglyutenovykh-vidov-muki-v-proizvodstve-produktsii-funktsionalnogo-naznacheniya>. Date of application: 16.03.2024. [in Russian]
2. Soderzhanie selena v bezglyutenovykh zernovykh kul'turah [Electronic resource]. – Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-selena-v-bezglyutenovykh-zernovykh-kul'turah>. Date of application: 16.03.2024. [in Russian]
3. Obraz zhizni bez glyutena: zernovye [Electronic resource]. – Access mode: <https://dzivebezglutena.lv/ru/obraz-zhizni-bez-glyutena/bezglyutenovaya-dieta/zernovye/>. Date of application: 20.03.2024. [in Russian]
4. Gluten-Free Foods: What to Eat, What to Avoid [Electronic resource]. – Access mode: <https://feelgoodpal.com/ru/blog/gluten-free-foods/>. [in Russian]
5. Ris buryj – poleznye svoystva i primeneniye [Electronic resource]. – Access mode: <https://chem-polezno.com/krupy/ris-buryj>. Date of application: 25.03.2024. [in Russian]
6. Wild Rice: Health Benefits and Nutritional Information [Electronic resource]. – Access mode: [https://edaplus.info/produce/wild\\_rice.html](https://edaplus.info/produce/wild_rice.html). Date of application: 20.03.2024. [in Russian]
7. Buckwheat: Traditional Uses and Potential Health Benefits [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.fao.org/traditional-crops/buckwheat/ru/>. [in Russian]
8. Sorgo – opisanie, harakteristika, pol'za, sostav i vred [Electronic resource]. – Access mode: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%BE>. Date of application: 23.03.2024. [in Russian]
9. Tapioka – svoystva i primeneniye [Electronic resource]. – Access mode: <https://chem-polezno.com/produkty/tapioka>. Date of application: 16.03.2024. [in Russian]
10. What is Tapioca and How to Use It [Electronic resource]. – Access mode: <https://lifehacker.ru/tapioka/>. Date of application: 20.03.2024. [in Russian]

11. Prosyatok – opisanie, harakteristiki, pol'za, sostav i vred [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.syl.ru/article/329042/proso---eto-opisanie-harakteristika-polza-sostav-i-vred>. Date of application: 13.03.2024. [in Russian]
12. Prosyatok – svojstva i primenenie [Electronic resource]. – Access mode: <https://xcook.info/product/proso.html>. Date of application: 13.03.2024. [in Russian]
13. Amarant – opisanie, harakteristiki, pol'za, sostav i vred [Electronic resource]. – Access mode: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%82>. Date of application: 27.03.2024. [in Russian]
14. Muka iz tefa: poleznost', vred, izgotovlenie, recepty vypechki [Electronic resource]. – Access mode: <https://tutknow.ru/meal/15023-muka-iz-tefa-polza-vred-izgotovlenie-recepty-vypechki.html>. Date of application: 27.03.2024. [in Russian]
15. Tef: opisanie, harakteristiki i primenenie [Electronic resource]. – Access mode: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%84>. [in Russian]
16. Arrowroot: History, Uses, and Nutritional Information [Electronic resource]. – Access mode: <https://edaplus.info/produce/arrowroot.html>. [in Russian]
17. Oves: poleznye svojstva, primenenie i pitatel'naya cennost' [Electronic resource]. – Access mode: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B2%D1%91%D1%81>. [in Russian]
18. Kukuruza - svojstva, rasprostranenie i primenenie [Electronic resource]. – Access mode: <https://ksew.info/kukuruza/>. Date of application: 23.03.2024. [in Russian]
19. Sharshunov V.A., Urbanchik Ye.N., Barashkov A.S., Shustova L.V. Kompleksnaya otsenka kachestva zerna grechikhi belorusskoy selektsii v protsesse zamachivaniya i prorashchivaniya [Comprehensive assessment of the quality of Belarusian buckwheat grain in the process of soaking and germination] // Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii [Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy]. – 2022. - № 2.– P. 97 – 100, [in Russian].
20. Barashkov A.S., Zheludkov A.L., Shustova L.V. Mnogokomponentnyye kashi "Rrofilaktika" iz smesey bezglyutenovykh vidov proroshchennogo zerna zelenoy grechikhi i amaranta [Multicomponent porridges "Rrofilaktika" from mixtures of gluten-free types of sprouted grains of green buckwheat and amaranth] // II Mezhdunarodnyy simpozium "Pishchevyye zdorov'yesberegayushchiye tekhnologii" [II International Symposium "Food health-saving technologies"]. – Kemerovo. – 2023. – P. 201 – 204, [in Russian].
21. Urbanchik Ye.N., Sharshunov V.A., Galdova M.N., Shustova L.V. Dinamika svoystv zerna ovsa i grechikhi v tekhnologii prorashchivaniya [Dynamics of grain properties of oats and buckwheat in germination technology] // Vestnik ATU. – Almaty: ATU, 2022. – P. 106-114. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-4-106-114>. [in Russian].
22. Sel'skoye khozyaystvo Respubliki Belarus': stat. sb. – Minsk: Nats. stat. kom. Resp. Belarus', 2022. – P. 35 [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/ae6/xtqvasntecw4vdypj0vpy0jcoxtqpph1.pdf>. Date of application: 10.04.2024. [in Russian]
23. Shundalov, B.M. Vozdelyvaniye kukuruzy na zerno: sostoyaniye otrasli, proizvoditel'nost' truda, rezul'tativnost' raboty [Electronic resource]. – Access mode: <https://doi.org/10.29235/1818-9806-2022-7-79-89>. Date of application: 10.04.2024. [in Russian]