

2. Boldina A. A., Sokol N. V. use of the drawing thread in the quality of biological active production and study of its influence on rheology test // technology of processing-2014. - No. 7. - p. 49-51

3. GOST R 51415-99 (ISO 5530-4-91) Pshenichnaya fly. Physical characteristics of the test. Determination of rheological properties using alveograph// 2001-03-01.

4 GOST ISO 5530-1-2013 fly agaric. Physical characteristics of the test. Part 1. determination of water absorption and rheological properties using the farinograph// 2014-01-01.

5. Zhunisbekova, T. Sandibekov. Processing of rice and its waste / / XXXI Mizhnarodna Naukovo-practical Internet-Conference. - "Problems

and prospects of rosvitku succasno nauki in the kraін Єvropi too little". -31 Zhovten, 2020.

6. Mamaeva L. A., Baisbaeva M. P., Dilmukhamedova Sh.T. Prospects of using grain production waste in wheat bread production technology // Vestnik Ed., Almaty. - 2018. - No. 3 -- p. 5-12

7. Mamaeva L. A., Bayysbayeva M. P., Dilmukhamedova Sh.T. Determination of the influence of by-products in the production of cereals on the quality of wheat bread// Vestnik Ed., Almaty. - 2018. - No. 3. - p. 12-18.

8. Usembayeva zh. K. laboratory workshop on bread production technology. Almaty: Nauka publ., 2002.-160.P.

УДК 664.78
МРНТИ

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-3-64-73>

ХАРАКТЕРИСТИКА АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА МУКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОН GLUTEN-FREE

¹Н.Ж. МУСЛИМОВ, ¹А.Б. АБУОВА*, ¹А.И. КАБЫЛДА

¹(А.Ф. «Казахский научно-исследовательский институт пищевой и перерабатывающей промышленности», Казахстан, 010000 г. Нур-Султан, пр. Аль-Фараби, 26)

Электронная почта автора корреспондента: a.abuova@rpf.kz*

Исследование аминокислотного состава различных видов муки в производстве продуктов питания таких, как макароны, необходимо для лечения и профилактики заболеваний, как фенилкетонурия и целиакия, нецелиакийная неаллергическая чувствительность. Для глиадина пшеницы характерно дефицитное содержание незаменимых аминокислот: метионина, цистеина, треонина, триптофана, аргинина, гистидина, особенно лимитирующего лизина. Однако в пшенице имеющиеся заменимые аминокислоты (глутаминовая кислота, пролин в количестве от 16-44%), обладающие свойством синтезироваться в человеческом организме, оказывают токсическое влияние на людей, с признаками непереносимостью глютена. Для лечения и профилактики данных заболеваний содержание глютена не должна превышать 20 ppm/ кг употребляемого продукта. Единственный выход для всех больных, кроме лечения сопутствующих заболеваний, соблюдение строгой безглютеновой диеты. Безглютеновые виды муки из кукурузы и риса не содержат в своем составе необходимые количества НАК, в частности лизина. Белки бобовых, в т.ч. нута, хорошо сбалансированы по аминокислотному составу, по сравнению с белками зерновых культур. Определено, что сорго пищевого направления содержит все основные вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности человека: белки от 11-16%, в.т. числе лизина 0,17%-0,33%, крахмала от 60-66 %, жира до 5,5%. Цель: подбор зерновых и бобовых культур по аминокислотному составу для производства макаронных изделий gluten-free. Изучение аминокислотного состава исследуемых видов муки показало, что совместное применение безглютеновой гречневой, кукурузной, рисовой муки в различных композициях и соотношениях с мукой сорговой или нутовой способствует увеличению пищевой ценности безглютеновой макаронной продукции.

Ключевые слова: фенилкетонурия; целиакия; рис; нут; аминокислоты; макароны gluten-free.

ИНФОРМАЦИЯ О ФИНАНСИРОВАНИИ. Материалы подготовлены в рамках выполнения проекта «Разработка технологии безглютеновых макаронных изделий на основе отечественного сырья» в рамках BR10764977-OT-21 «Программно-целевое финансирование научных исследований и мероприятий» Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2021-2023 годы.

GLUTEN-FREE МАКАРОН ӨНДІРУГЕ АРНАЛҒАН ҰН ТҮРЛЕРІНІҢ АМИНҚЫШҚЫЛДЫҚ
ҚҰРАМЫНЫҢ СИПАТТАМАСЫ

¹Н.Ж. МУСЛИМОВ, ¹А.Б. АБУОВА*, ¹А.И. КАБЫЛДА

¹(АФ «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты», Қазақстан,
010000, Нұр-Сұлтан қ., Әл-Фараби даңғ., 26)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: a.abuova@rpf.kz*

Макарон өнімдерін өндіруге арналған ұнның әртүрлі түрлерінің аминқышқылдық құрамын зерттеу фенилкетонурия және целиак ауруы, целиак емес аллергиялық сезімталдық сияқты ауруларды жазу және болдырмау үшін қажет. Целиакция әлемде 100 адамның әрқайсысында кездеседі, ал Қазақстанда 472-ден астам адам тіркелген. Бидай глиадині алмастырылмайтын аминқышқылдарының: метионинге, цистеинге, треонинге, триптофанға, аргининге, гистидинге, әсіресе шектеуші лизинге кедей. Бірақ бидайда кездесетін алмастырылатын амин қышқылдары (глутамин қышқылы, пролин 16-44%) адам организмінде синтезделіп, глютенге төзбеушілігі бар адамдарда уытты реакцияны тудырады. Осы ауруларды жазу және болдырмау үшін глютен мөлшері тұтынлатын өнімнің 20 ppm/kg аспауы керек. Барлық науқастар үшін, қосымша ауруларды емдеуден басқа, жалғыз емделу жолы-қатаң глютенсіз диетаны сақтау. Жүгері мен күріш ұнының глютенсіз түрлерінің құрамында қажетті мөлшерде ААҚ жоқ, соның ішінде лизин аз. Дәнді дақылдар ақуыздарымен салыстырғанда бұршақ дақылдарының ақуыздары аминқышқылдарының құрамы жағынан жақсы теңдестірілген. Тағамдық мақсатқа арналған құмайдың құрамында адамның қалыпты өмір сүруіне қажетті негізгі заттар бары анықталды: ақуыздар 11-16%, оның ішінде лизин 0,17%-0,33%, крахмал 60-66%, май 5,5%. Мақсат: gluten-free макарон өнімдерін өндіру үшін аминқышқылдық құрамы бойынша дәнді және бұршақ дақылдарын сәйкестендіре таңдау. Ұн түрлерінің аминқышқылдық құрамын зерттеу клейковинасыз қарақұмық, жүгері, күріш ұнын құмай немесе ноқат ұнымен әртүрлі құрамдағы және арақатынаста біріктіріп қолдану глютенсіз макарон өнімдерінің тағамдық құндылығын арттыратынын көрсетті.

Негізгі сөздер: фенилкетонур, целиак, күріш, ноқат, аминқышқылдар, макарон өнімдері, gluten-free.

ҚАРЖЫЛАНДЫРУ ТУРАЛЫ АҚПАРАТ. Мақала 2021-2023 жылдарға арналған Қазақстан Республикасы ауыл шаруашылығы министрлігі BR10764977-ОТ-21 бағдарламалық-нысаналық қаржыландыру (БНҚ) аясында «Жергілікті шикізат негізінде глютенсіз макарон технологиясын әзірлеу» жобасы бойынша дайындалған.

CHARACTERISTICS OF THE AMINO ACID COMPOSITION OF FLOUR TYPES FOR
GLUTEN-FREE PASTA PRODUCTION

¹N.ZH. MUSLIMOV, ¹A.B. ABUOVA*, ¹A.I. KABYLDA

¹(AB «Kazakh research Institute of processing and food industry», Kazakhstan, 010000,
Nur-Sultan s., Al-Farabi Ave.,26)

Corresponding author e-mail: a.abuova@rpf.kz*

Research on the study of the formulation of gluten-free pasta and the selection of raw materials for their production, depending on the amino acid composition, is necessary for the prevention and treatment of diseases such as phenylketonuria and celiac disease, non-celiac non-allergic sensitivity. In the world it occurs with a frequency of 1:100. More than 472 people are registered in Kazakhstan. Wheat gliadin is characterized by a deficient content of essential amino acids: methionine, cysteine, threonine, tryptophan, arginine, histidine, especially limiting lysine. However, wheat contains non-essential amino acids (glutamic acid, proline in an amount of 16-44%), which have the ability to be synthesized in the human body, have a toxic effect on people with signs of gluten intolerance. For the treatment and prevention of these diseases, the gluten content should not exceed 20 ppm/kg of the consumed product. The only way out for all patients, except for the treatment of comorbidities, is the observance of a strict gluten-free diet. Gluten-free types of flour from corn and rice do not contain the necessary amounts of essential amino acids, in particular lysine. Legume proteins, including chickpeas, are well bal-

anced in terms of amino acid composition compared to cereal proteins. It has been determined that food sorghum contains all the basic substances necessary for normal human life: proteins from 11-16%, including lysine 0.17%-0.33%, starch from 60-66%, fat up to 5,5%. Purpose: selection of cereals and legumes by amino acid composition for the production of gluten-free pasta. The research of the amino acid composition of the studied types of flour showed that the combined use of gluten-free buckwheat, corn, rice flour in various compositions and ratios with sorghum or chickpea flour increases the nutritional value of gluten-free pasta products.

Keywords: phenylketonuria; celiac disease; rice; chickpeas; amino acids; gluten-free pasta.

FUNDING INFORMATION. *The materials were prepared as part of the project "Development of technology for gluten-free pasta based on domestic raw materials" within the BR10764977-OT-21 "Program-targeted financing of scientific research and activities" of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan for 2021-2023 years.*

Введение

Макаронные изделия изготавливают из продуктов переработки зерновых культур с использованием дополнительного растительного сырья или без добавки, смешиванием с водой, при дальнейшем прессовании или формовании и высушивании различными способами. В последнее время спрос растет на итальянские пасты, как spaghetti, bucatini, fettuccine. Однако весь этот ассортимент из муки в основном твердых сортов пшеницы с содержанием глютена и различными добавками. Глютен - растительный белок, содержащийся в пшенице, ржи, ячмене и овсе. Известно, что все злаки содержат различные белки, как альбумины, глобулины и проламины. В пшенице проламинами, составляющими глютен, являются глиадины и глютеины, в кукурузе это зеины, в сорго - кафирины, а в ячмене они называются гордеином [1]. Проламины могут быть дифференцированы на мономеры и полимеры. Глиадин пшеницы считается мономерным, а глютеин полимерным [2], а кукурузный зеин, кафирин сорго и гордеин ячменя являются проламинами полимерного и мономерного типа [3].

Для глиадина пшеницы характерно дефицитное содержание незаменимых аминокислот, особенно лимитирующего лизина. В данном белке также отмечено меньшее содержание метионина-1,1%, цистеина-1,8%, треонина, триптофана, аргинина, гистидина. Однако в пшенице имеющиеся заменимые аминокислоты (глутаминовая кислота, пролин в количестве от 16-44%), обладающие свойством синтезироваться в человеческом организме, оказывают токсическое влияние на людей, с признаками непереносимостью глютена. Реакцию больных с целиакией на содержание перечисленных органических соединений и на их физико-химическое поведение, можно

объяснить важным свойством аминокислот: молекула содержит аминогруппу- NH₂ и карбоксильную группу- COOH [4]. Аминокислоты ведут себя как основания и как кислота.

В макаронном производстве сырье не должно содержать много свободных аминокислот и веществ, вызывающих потемнение цвета и ухудшение качества изделий, как редуцирующие сахара и тирозин. Для лечения и профилактики заболеваний, как фенилкетонурия и целиакия содержание глютена не должно превышать 20 ppm/ кг употребляемого продукта (внедрен в Европейском Союзе (ЕС)). Правило маркировки «gluten-free» стало применяться с 2014 года и обязывает производителей безглютеновой продукции выпускать изделия с количеством глютена менее 20 частей на 1 миллион глютена. Предел обнаружения глютена в настоящее время 0,0003% (три части на миллион), то есть 3 мг/кг –это количественный предел обнаружения. В мире методики обнаружения 0 мг/кг глютена на сегодняшний день не разработано.

Непропорциональность количества белков и аминокислот, поступающих в организм к его потребностям, вызывает нарушение белкового обмена в человеке. А это приводит к задержке умственного и физического развития. Потребность организма в полноценном белке обеспечивает полный аминокислотный состав продуктов питания, особенно продукты мучного растительного происхождения повседневного спроса со сбалансированным составом незаменимых аминокислот (НАК).

Одним из заболеваний, связанных с нарушением аминокислотного обмена, является фенилкетонурия – дефицит фермента, обеспечивающего переход фенилаланина-4-гидроксилазы в тирозин. Фенилкетонурия – непереносимость аминокислоты фенилаланина в белке. Из выявленных заболеваний, связанных

с непереваримостью клейковины, является целиакия или хронически иммунноопосредованная энтеропатия, появляющаяся после перехода к еде из злаков генетически склонных потребителей [2].

Непереносимость глютена – много-факторное заболевание, которое встречается у каждого из 100 человек, и основное количество выявлено в странах Азии. Болезнь может развиваться и диагностироваться в любом возрасте, имеет наследственную предрасположенность. В Казахстане на 2021 год на учете МЗ РК состоит более 470 человек, и наблюдается динамика роста данной болезни. В Казахстане создано общественное объединение «Celiac kz» с 2016 года и официально зарегистрировано 13 мая 2021 г.

Из тех, кто обращается с аллергией на глютен, только 20% получают правильный диагноз по причине, что симптомы болезни, как диарея, задержка физического развития, увеличение живота, анемия, низкорослость, остеопороз, эндокринные нарушения, бесплодие, создает значительные трудности в распознавании целиакии.

Среди взрослого населения, в связи с малоподвижным образом жизни, часто стали появляться симптомы, связанные с непереносимостью белка некоторых злаков. Единственный выход для всех больных - соблюдение строгой безглютеновой диеты, как лечение основной болезни и профилактика сопутствующих заболеваний. Безглютеновая диета нужна и при других болезнях как аллергия, ДЦП, сахарный диабет и аутизм и для тех, кто придерживается правильного питания (ПП).

Учеными Казахстана проводятся научно-исследовательские работы для повышения эффективности их деятельности в популяризации проблемы заболеваний, как целиакия и нецелиакийная неаллергическая чувствительность, для решения некоторых задач по обеспечению доступной безглютеновой продукцией отечественного производства [5, 6, 7]. Производство безглютеновых продуктов питания является не только актуальной с точки зрения науки, но и важной государственной задачей Казахстана по профилактике заболеваний и улучшению здоровья детей до 2025 г.

Нами в 2021 году проведен социологический опрос среди 250 человек, состоящих в ОО «Celiac kz» методом анкетирования и выявлено, что 25,1% опрошенных хо-

тели видеть в продаже по доступным ценам безглютеновые макаронные изделия отечественного производства. Тенденция к увеличению данной болезни наблюдалась в Алматинской, Кызылординской и Туркестанской областях [8].

На рынке Казахстана представлены gluten-free макароны производителей: GARNEC, Mac Master, амарантовая мука Di&Di, MAKFA (Россия), итальянская кукурузная мука Le Veneziane, из бобовых Barilla. Республика Беларусь производит безглютеновые макароны собственного производства. Цена на эти продукты в 5-10 раз дороже, чем на другие изделия, для наших потребителей существуют экономические барьеры.

Российские ученые Шнейдер Д.В., Ушакова Ю.В., Садыгова и др. изучают технологию производства функциональных макаронных изделий из муки нетрадиционного растительного сырья. Однако, предлагаются в основном технологии низкоглютеновых изделий [9, 10]. Нами изучается безглютеновое сырье доступного отечественного производства.

Основные безглютеновые виды муки из кукурузы и риса не содержат в своем составе необходимое количество НАК, в частности лизина [11, С.270]. Лизин и триптофан являются наиболее лимитирующими в большинстве пищевых продуктов и диет. Зерновое сорго пищевого направления содержит все основные вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности человека: белки от 11-16%, в т числе лизина 0,17%-0,33%, крахмала от 60-66 %, жира до 5,5%. Появились гибриды сорго со стекловидным зерном из условной группы соргорисозерновое (*Sorghum oyzoidum*) или сориз. В новых сортах танина, отрицательно влияющая на пищевую ценность крупы, не содержится [12].

По сравнению с белками зерновых культур, белки бобовых хорошо сбалансированы по аминокислотному составу. Нут – важный источник безглютеновых белков, богат резистентным крахмалом, который является пребиотиком, снижает уровень глюкозы в крови, улучшает зрение и возрастные изменения мозга.

Цель: подбор зерновых и бобовых культур по аминокислотному составу для производства макаронных изделий gluten-free.

Материалы и методы исследований

В исследованиях изучали нетрадици-

онные виды муки: из злаковых – рисовую, кукурузную, гречневую, сорговую, из бобовых - нуттовую.

Нормативные документы, используемые по определению показателей качества: ГОСТ 31645-2012 (рисовой, гречневой), ГОСТ 14176-69 (кукурузной), ТУ 9293-081-10514645-03 (нуттовой), CODEX STAN 173-1989 (сорговой), содержание аминокислотного состава белков МВИ МН 1363-2000, витаминов по СТБ EN 12823-1-2014, ГОСТ EN 12822-2014, ГОСТ Р EN 14130-2010. Для оценки биологической ценности исследуемого продукта использовали метод аминокислотного скор (АКС, %). Скор определяется, после определения количества АК (мг) в 1

грамме белка изучаемого продукта, как процентное содержание их от АК идеального белка (мг в 1 грамме):

$$\text{АКС} = \frac{\text{содержание АК в белке исследуемого продукта}}{\text{содержание АК в идеальном белке}} * 100,$$

Аминокислота, аминокислотный скор которой меньше 100%, является лимитирующей, т.е. ограничивающей биологическую ценность продукта.

Биологическая ценность продукта, кроме скор, где учитывается количество всех незаменимых кислот, оценивается индексом незаменимых аминокислот (ИНАК).

Формула расчета:

$$\text{ИНАК} = \frac{\sqrt{\frac{\text{Val}}{\text{Val}_3} \frac{\text{Ile}}{\text{Ile}_3} \frac{(\text{Met}+\text{Cys})}{(\text{Met}+\text{Cys})_3} \frac{\text{Leu}}{\text{Leu}_3} \frac{\text{Thr}}{\text{Thr}_3} \frac{\text{Leu}}{\text{Leu}_3} \frac{\text{Trp}}{\text{Trp}_3} \frac{(\text{Phe}+\text{Tyr})}{(\text{Phe}+\text{Tyr})_3}}{\sqrt{\frac{\text{Val}}{\text{Val}_3} \frac{\text{Ile}}{\text{Ile}_3} \frac{(\text{Met}+\text{Cys})}{(\text{Met}+\text{Cys})_3} \frac{\text{Leu}}{\text{Leu}_3} \frac{\text{Thr}}{\text{Thr}_3} \frac{\text{Leu}}{\text{Leu}_3} \frac{\text{Trp}}{\text{Trp}_3} \frac{(\text{Phe}+\text{Tyr})}{(\text{Phe}+\text{Tyr})_3}}} \quad (1)$$

где э - содержание аминокислоты в эталонном белке.

Экспертами Продовольственной и с.-х. организации Объединенных Наций и ВОЗ рекомендуется минимальная суточная потребность организма человека в НАК.; например организм школьника нуждается в самых необходимых аминокислотах, как лизин 60, а взрослого 12 мг/кг массы тела в сутки; в метионине соответственно - 27/13, валине - 33/10, тирозине 27/14 [13].

Недостаток в пище одной НАК ведет к неполному усвоению других аминокислот. Например: цистеин снижает потребность в метионине на 80%, тирозин снижает потребность в фенилаланине на 70%.

Результаты и их обсуждение

В любой стране основной задачей в области питания является обеспечение всех граждан в состоянии настолько низкого риска недостаточности, насколько это позволяют национальные ресурсы [13].

Питательные вещества пищи – белки, жиры и углеводы должны быть в рационе питания человека в оптимальных соотношениях. Особенно органические соединения - аминокислоты принимают участие во всех жизненных процессах, в обменных реакциях организма. Они используются в биосинтезе и расщеплении белков, переаминируется, разлагаются. Благодаря важному свойству аминокислот, образуются белки в результате пептидной связи и образования полипептидных молекул.

Белки, в свою очередь, расщепляются в аминокислоты. Нехватка организма в данных соединениях восполняются за счет поступления с продуктами питания. Их называют незаменимыми аминокислотами (НАК): изолейцин–40 мг; лейцин–70 мг; лизин–55мг; метионин+цистин(Cys)–35; фенилаланин+тирозин–60 мг; триптофан–10 мг; треонин–40 мг; валин– 50 мг. Количество указанных аминокислот, в мг -это НАК в одном грамме идеального белка по данным ФАО/ВОЗ. При расчете аминокислотного скор АКС каждой НАК принимается за 100 % [13].

Лучшей биологической ценностью обладает тот продукт, где АКС НАК имеет значение больше 100 %. Значение скор определяет степень усвоения белков исследуемой продукции. В состав полноценного белка должно входить не менее 31,4% НАК по требованиям международного «условного» стандарта.

Наши исследования показали, что рисовая, кукурузная, гречневая виды муки по отдельности обладают недостаточной пищевой и биологической ценностью. В испытательной лаборатории ТОО «Нутритест» РК (г.Алматы) были определены аминокислотный состав нуттовой и сорговой муки (Протоколы испытания № 2952К и 2951К от 29.09.2021г.). В таблице 1 показаны сравнительные значения аминокислотного состава исследуемых нуттовой и сорговой муки с другими видами зерновых культур [10,11].

Таблица 1 – Аминокислотный состав исследуемых видов муки (протокола испытания № 2952К и 2951К от 29.09.2021г.)

Показатели	Пшенич- ная в.с.	Нутовая	Сорговая	Гречневая	Рисовая	Кукурузная
Незаменимые аминокислоты, мг/100 г:	3020,6	3579,4	7470,78	4242,0	2536,7	2203,0
Val (валин)	470,8	508,03	891,99	780,0	395,0	291,0
Ile (изолейцин)	429,8	400,88	1311,75	525,9	278,0	218,0
Leu (лейцин)	806,0	1338,99	1458,67	868,9	679,8	896,0
Lys (лизин)	250,0	278,75	1475,84	579,3	286,1	172,7
Met (метионин)	153,0	142,64	331,04	289,6	148,0	83,9
Trp (треонин)	311,0	299,88	758,43	478,5	256,5	172,7
Trp (триптофан)	100,00	110,33	230,87	172,50	88,8	46,8
Phe (фенилаланин)	500,00	499,90	1012,19	584,30	404,5	321,6
Заменимые аминокислоты	6619,4	6700,77	10892,20	8708,8	4490,1	4750,1
Ala (аланин)	330,0	1004,08	948,28	716,50	384,8	552,2
Arg (аргинин)	400,0	389,23	1596,04	1140,90	592,0	287,3
Asp (аспарагиновая кислота)	340,0	663,03	2092,12	1464,50	631,5	405,4
His (гистидин)	200,0	252,78	826,16	314,80	187,5	181,7
Gly (глицин)	350,0	290,66	845,24	963,30	340,4	244,7
Glu (глутаминовая кислота)	3079,8	2274,00	2058,0	2064,90	1263,0	1243,9
Pro (пролин)	970,0	840,47	794,68	843,70	355,2	762,9
Ser (серин)	500,0	476,72	939,00	579,30	310,8	359,3
Tyr (тирозин)	249,8	357,00	514,00	368,90	285,9	266,0
Cys (цистеин)	199,80	152,80	280,00	252,00	139,0	119,0
Сумаа аминокислот	9640,0	10280,17	18362,9	12950,8	7026,8	6953,1
Лимитирующая аминокислота (скор %)	Лизин (44), треонин (75)	Метионин+цистеин (41)	Метионин+цистеин (95)	Лизин (77), треонин (88)	Лизин (70), треонин (87)	Лизин (44), треонин (60)
Биологическая ценность белка, %	52,1	71,5	87	74,2	61,0	51,2

В соответствии аминокислотному скору общее количество НАК в пшенице, кукурузе и рисе ниже, чем в других исследуемых видах сырья. При переработке под воздействием высокой температуры количество лимитирующей АК лизина уменьшается, происходит меланоидирование.

Среди безглютеновых видов сырья кукуруза содержит мало лимитирующих аминокислот, как лизин и триптофан. Как видно из таблицы, белки нута и сорго богаты лимитирующим аминокислотам.

Белки кукурузы зеин и глютелин составляет около 40% от всего белка, содержащегося в кукурузном зерне, которые растворяются в 90-93%-ном спирте. Зеин из-за низкого содержания незаменимых аминокислот – лизина и триптофана является неполноценным белком [11].

кислот – лизина и триптофана является неполноценным белком [11].

В белке гречихи преобладают глобулины - 43,0%, водорастворимые белки до 22,0%, а содержание проламиновых белков незначительно - 1,1%.

Исследования показали, что гречневая мука обладает высокой пищевой ценностью: содержание витамина В1 в 1,6 раза, В2 -1,3 раза, витамина Е –в 7 раз больше, чем в зерне [14].

Для подбора оптимального соотношения безглютеновой мучной смеси из нетрадиционных видов сырья по аминокислотному составу для производства макарон полноценный белок нутовой и сорговой муки сравнивали с содержанием НАК стандартного белка (табл. 2).

Таблица 2 – Аминокислотный состав и скор нутовой и сорговой муки (Протоколы испытания № 2952К и 2951К от 29.09.2021г.)

Наименование аминокислот	Содержание НАК в стандартном белке, мг/ г белка	Нутовая мука		Сорговая мука	
		НАК	Аминокислотный скор, АКС, %	НАК	Аминокислотный скор, АКС, %
Изолейцин	40	40,088	100	131,157	328
Лейцин	70	133,899	191	145,867	208
Лизин	55	27,875	51	147,584	268
Метионин+цистеин	35	14,264	41	33,104	95
Фенилаланин+ тирозин	60	49,990	83	101,219	169
Треонин	40	29,988	75	75,843	190
Триптофан	10	11,033	110	23,087	231
Валин	50	50,803	101	89,199	178
ИНАК		0,85		1,97	

По результатам исследований видно, что хорошо сбалансированы по аминокислотному составу белки сорговой и нутовой муки. Взрослый организм нуждается в лизине 12мг/кг, в триптофане 3,5 мг/кг массы тела в сутки, и применение в рационе макаронных изделий из рисовой или курузной муки с добавлением нутовой или сорговой восполнит недостающие незаменимые аминокислоты, как лизин и триптофан.

Как показали расчеты индекса незаменимых аминокислот сорго -1,97 выше единицы. Это означает, что белок сорго является более насыщенным на НАК по сравнению с нутовой мукой. Однако необходимо учитывать тот факт, что усвоение белков различных продуктов происходит неодинаково: белки злаковых условно на 60 -65%, а бобовых на 70-

72%. Технологи составляют рацион питания и рецептуру продуктов так, чтобы обеспечить организм необходимыми аминокислотами и питательными веществами. В производстве макаронных изделий для больных целиакией необходимо сочетание белков, как зерновых, так и белковых культур. Когда продукт подвергается термообработке, в зависимости от соблюдения технологии усвоение белков меняется в сторону возрастания, или при увеличении температуры в сторону убывания. Температурный режим влияет на содержание аминокислот, однако аминокислотный скор не изменяется.

Биологическая ценность продуктов определяется не только наличием в нем всех незаменимых аминокислот, а также от их оптимального количества и соотношения в белке (рис.1).

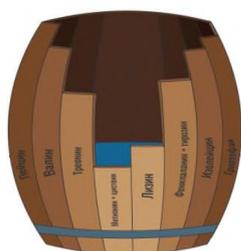
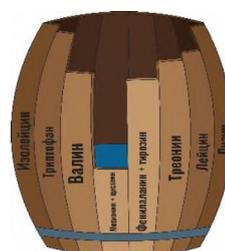


Рисунок 1 - АКС нутовой муки



АКС сорговой муки

Данные рисунка 1 показывают, что лимитирующей аминокислотой и для нутовой и сорговой муки является метионин+цистеин, а по остальным видам отвечает данным шкалы ФАО/ВОЗ. По закону Либиха наиболее значимым фактором является тот,

который в сравнении с другими находится в минимуме и от него зависит усвоение белков в комплексе. Поэтому есть необходимость в изучении состава аминокислот и подборе соотношений сырья для производства безглютеновых макаронных изделий.

Таким образом, по содержанию белка нутовая и гречневая мука превосходит пшеничную муку в 1,3 и 2,0 раза. По биологической ценности белка нетрадиционные виды муки превосходят пшеничную.

Для людей с глютеновой болезнью имеют значение не только технологические качества, но и приемлемые пищевые характеристики.

Кроме того, оценка питательных свойств очень важна, поскольку большинство добавок, используемых для замены являются белки, модифицированные крахмалы, камеди и липиды, которые сильно влияют на свойство конечного продукта. Очень мало исследований, которые оценивают питательную ценность макаронных изделий [15].

В Казахстане достаточно ресурсов безглютенового сырья: риса, кукурузы. Внутреннее потребление риса составляет в среднем 7,5 кг на душу населения, т.е. внутренний спрос составляет около 133 тыс. тонн, а 35-38 процентов из 551 тыс. тонн сырья экспортируется в качестве сырья. Кукуруза выращивается в семи регионах Казахстана на площади 165,2 тыс га.

Результаты исследования доказывают, что для производства безглютеновых макаронных изделий применение доступной рисовой и кукурузной муки отечественного производства в смеси с нутовой и сорговой, обеспечит организм больных целиакией необходимым аминокислотным составом и потребностью в белках.

Заключение, выводы

Для производства безглютеновых макаронных изделий есть необходимость дополнительного изучения химического состава растительного сырья, поскольку качество готовой продукции и выбор технологических режимов зависят от происхождения и качества сырья.

В соответствии аминокислотному составу, общее количество НАК в пшенице, кукурузе и рисе ниже, чем в других исследуемых видах сырья, особенно лизина и триптофана. Белки кукурузы зеин и глютелин составляют около 40% от всего белка, содержащегося в кукурузном зерне, которые растворяются в 90-93%-ном спирте.

В белке гречихи преобладают глобулины - 43,0%, водорастворимые белки до 22,0%, а содержание проламиновых белков незначительно - 1,1%.

Лимитирующей аминокислотой и для нутовой и сорговой муки является метионин+цистеин, а по остальным видам отвечает данным шкалы ФАО/ВОЗ. Применение макаронных изделий из рисовой или кукурузной муки с добавлением нутовой или сорговой восполнит недостающие незаменимые аминокислоты, как лизин и триптофан.

Как показали расчеты индекса незаменимых аминокислот сорго -1,97 выше единицы означает, что белок сорго является более насыщенным на НАК по сравнению с нутовой мукой.

В результате анализа аминокислотного состава образцов нетрадиционных видов муки было определено, что более высоким содержанием аминокислот в составе белка обладают гречневая, сорговая и нутовая мука, что подтверждает полноценность исследуемых видов муки для производства макарон.

Характеристика аминокислотного состава мучного сырья является перспективным направлением, и полученные результаты можно применить при производстве безглютеновых отечественных продуктов питания.

Совместное применение безглютеновой кукурузной или рисовой муки отечественного производства, в различных композициях и соотношениях с мукой сорговой или нутовой, способствует увеличению пищевой ценности макаронной продукции gluten-free.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Houde M. et al. Barley protein concentrates: Extraction, structural and functional properties / Food chemistry, 2018. P. 367-376. Заварзин Г.А. Гуманитарное знание и моральные размышления // Изв. РАН, Сер. философия. – 1996. – N 6. – С. 24-34.
2. Wang P. et. al. Effect of frozen storage on the conformational, thermal and microscopic properties of gluten: Comparative studies on gluten-, glutenin-and gliadin-rich fractions / Food Hydrocolloids, 2014. – P. 238-246.
3. Elkonin L. A. et al. Development of transgenic sorghum plants with improved in vitro kafirin digestibility / Plant engineering, 2017. – P. 91-112.
4. Barada K.et.al. Celiac disease in Middle Eastern and North African countries: a new burden /World Journal of gastroenterology: WJG, 2010.–1449 p.
5. Шаншарова Д.А., Гривна Л., Сарсекова А.К. Нетрадиционные виды местного растительного сырья для приготовления безглютеновых мучных кондитерских изделий // Механика и технологии.- №3.-2020. – С. 45-50.

6. Жаркова И.М. Научно-практическое обоснование и разработка технологий специализированных мучных изделий: автореф...к.т. н.: 05.18.01.- Краснодар, 2017. - 48 с.

7. Ботбаева Ж.Т., Полуботко О.В., Байкенов А.О. Состояние и перспективы производства в Казахстане безглютеновой продукции/ Материалы I научно-практической конференции «Передовые пищевые технологии: состояние, тренды, точки роста» - Москва, 2018. - С.533-537.

8. Разработка технологии безглютеновых макаронных изделий на основе отечественного сырья» [Текст]: отчет о НИР (промежут.)/ Казахский науч.-исслед. ин-т перер.и пищ. пром.; рук. Байкенов А.О. [и др.]. - Алматы, 2021. - 157 с. - № ГР 0121РК00714.

9. Шнейдер Д. В., Казеннова Н.К., Казенов И.В. Биодоступность безглютенового сырья, макаронных и хлебобулочных изделий на тест-объектах инфузориях *Tetrahymena pyriformis* / Сборник материалов круглого стола «Инновационные технологии для производства продуктов питания функционального назначения». М: ООО «КопиМастерЦентр», 2012. С. 85-87

10. Development criteria for gluten-free foods/ Ushakova Yu. V., Rysmukhambetova G.E., Ziruk I.V., Belova M.V., Sadygova M.K. / В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International scientific and practical conference "Ensuring sustainable development in the context of agriculture, green energy, ecology and earth science", 2021.032067. - P.1-6.

11. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания : Справочник / под ред. проф., д-ра техн. наук И.М.Скурихина. - М.: ДеЛипринг, 2007. - 276 с.

12. Кононов В. М., Селиванова В. Ю. Пищевое сорго-перспективная зерновая культура // Научно-агрономический журнал, 2008. - С. 26-30.

13. Энергетические и белковые потребности: доклад специального объединения комитета экспертов ФАО/ВОЗ. (Рим, 22 марта-2 апреля 1971г) Серия докладов совещаний ФАО по питанию №52. 144 с. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/92451>

14. Molinari R. et.al. Tartary buckwheat malt as ingredient of gluten-free cookies / *Jornal of Cereal Science*, 2018. - P. 37-43.

15. Palavecino P.M. et.al. Effect of ingredients on the quality of gluten-free sorghum pasta *urnal of food Science*, 2018. - P. 37-43.

REFERENCES

1. Houde M. et al. Barley protein concentrates: Extraction, structural and functional properties // *Food chemistry*, 2018. P. 367-376.

2. Wang P. et. al. Effect of frozen storage on the conformational, thermal and microscopic properties of gluten: Comparative studies on gluten-

glutenin-and gliadin-rich fractions / *Food Hydrocolloids* – 2014. – P. 238-246.

3. Elkonin L. A. et al. Development of transgenic sorghum plants with improved in vitro kafirin digestibility / *Plant engineering* – 2017 – P. 91-112.

4. Barada K.et.al. Celiac disease in Middle Eastern and North African countries: a new burden // *World Journal of gastroenterology: WJG* – 2010.–1449 p.

5. SHansharova D.A., Grivna L., Sarsekova A.K. Netradicionnye vidy mestnogo rastitel'nogo syr'ya dlya prigotovleniya bezglyutenovykh mучnykh konditerskih izdelij [Non-traditional types of local vegetable raw materials for the preparation of gluten-free flour confectionery] // *Mekhanika i tekhnologii*. – 2020, S.45-50. (in Russ)

6. ZHarkova I.M. Nauchno-prakticheskoe obosnovanie i razrabotka tekhnologij specializirovannykh mучnykh izdelij [Scientific-practical substantiation and development of technologies for specialized flour products]: avtoref...k.t. n.: 05.18.01. - Krasnodar. - 2017. - 48 s. (in Russ)

7. ZH.T. Botbaeva, O.V.Polubot'ko, A.O. Bajkenov Sostoyanie i perspektivy proizvodstva v Kazahstane bezglyutenovoj produkcii. [Status and prospects for the production of gluten-free products in Kazakhstan] //Материалы I nauchno-prakticheskoy konferencii «Peredovye pishchevye tekhnologii: sostoyanie, trendy, tochki rosta». - Moskva, 2018. - S.533-537. (in Russ)

8. Razrabotka tekhnologii bezglyutenovykh makaronnykh izdelij na osnove otechestvennogo syr'ya [Tekst] [Development of technology for gluten-free pasta based on domestic raw materials]: otchet o NIR (promezhutoch.): // Kazahskij nauch. - issled. in-t perer.i pishch.prom.; ruk. Bajkenov A.O. [i dr.]. - Almaty, 2021. -157 s. - № GR 0121RK00714. (in Russ)

9. SHnejder D.V., Kazennova N.K., Kazenov I.V. Biodostupnost' bezglyutenovogo syr'ya, makaronnykh i hlebobulochnykh izdelij na test-ob'ekтах infuzoriyah *Tetrahymena pyriformis* [Bioavailability of gluten-free raw materials, pasta and bakery products on test objects infusoria *Tetrahymena pyriformis*]

// Sbornik materialov kruglogo stola «Innovacionnye tekhnologii dlya proizvodstva produktov pitaniya funkcional'nogo naznacheniya». М: ООО «КопиМастерЦентр», 2012. - С. 85-87. (in Russ)

10. Development criteria for gluten-free foods/ Ushakova Yu.V., Rysmukhambetova G.E., Ziruk I.V., Belova M.V., Sadygova M.K. //В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International scientific and practical conference "Ensuring sustainable development in the context of agriculture, green energy, ecology and earth science". - 2021. 032067. С.1-6.

11. Tablicy himicheskogo sostava i kалorijnosti rossijskih produktov pitaniya [Tables of the chemical composition and calorie content of Russian food products]: Spravochnik/ pod red. prof., d-ra

tekhn. nauk I.M.Skurihina. - M.: DeLiprint, 2007. – 276 s. (in Russ)

12. Kononov V. M., Selivanova V. YU. Pishchevoe sorgho–perspektivnaya zernovaya kul'tura [Food sorghum - a promising grain crop]: /Nauchno-agronomicheskij zhurnal, 2008. S. 26-30. (in Russ)

13. Energeticheskie i belkovye potrebnosti [Energy and protein requirements]: doklad special'nogo ob"edineniya komiteta ekspertov FAO/VOZ. (Rim, 22

marta-2 aprelya 1971g) Seriya dokladov soveshchanij FAO po pitaniyu №52. 144 p. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/92451>

14. Molinari R. et.al. Tartary buckwheat malt as ingredient of gluten-free cookies //Journal of Cereal Science. – 2018. – С. 37-43

15. Palavecino P.M. et.al. Effect of ingredients on the quality of gluten-free sorghum pasta //Journal of food Science. – 2018. – P. 37-43.

UDK 637.1; 615.014.674
IRSTI 65.53.35

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-3-73-81>

ЖЕМІС - ЖИДЕК КОНЦЕНТРАТТАРЫН ДАЙЫНДАУ ЖӘНЕ КАПСУЛДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

¹А.Б. ОСПАНОВ, ¹Ш.М. ВЕЛЯМОВ*, ¹Р.К. МАКЕЕВА, ¹Р.Б. ТАСТАНОВА

(«Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан, 050060, Алматы қ., Гагарин даңғылы 238 «Г»)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: sh.velyamov@ipf.kz*

Мақалада жемістер мен жидектерден концентрат өндірудің 2 әдісі ұсынылған, олар кейіннен альгинат капсулаларын толтырғыш ретінде пайдаланылды. Алынған концентраттардың физика-химиялық көрсеткіштерінің нәтижелері ұсынылған. Жеміс-жидек концентраттары - капсула толтырғыштары рецептураларының 15 нұсқасынан 11 рецептура іріктеліп алынды, олар құрамына қарай «7 жылға дейін» және «7 +» санитарына бөлінді. Зертханалық жағдайда альгинат капсулаларын тамшылатып дайындаудың технологиялық режимі жасалды. Бір факторлы эксперимент нәтижесінде шамамен 6 мм тамшы батырылған сәттен бастап қалыңдығы шамамен 2,3 мм капсула қабырғасының пайда болуына дейін эксперименттің берілген параметрлерінде 2 минут қажет екендігі анықталды: толтырғыш ерітіндісіндегі альгинат концентрациясы - 1%, толтырғыш Ph - 4,2 кальций тұзының концентрациясы, онда сфера қалыптастыру үшін тамшылар батырылады. 1%, тамшы мөлшері - 6 мм, капсуланың қалыңдығы 2 мм-ден кем емес және 2,5 мм-ден аспайды. Желефикация процесін болдырмау үшін сфераларды 85°C сумен ваннада және 10 минут ішінде жылыту керек. Осындай манипуляциямен желефикация процесі тоқтап, сфераның орталығы сұйық болып қалады. Тәжірибелік үлгілер жасалды, егер олар сақтау кезінде толтырғыштың бейтарап ортасына батырылса, тұрақты болады. М.Боурнга сәйкес капсулалармен араласқан қой мен ешкі сүтінен жасалған йогурттың сапасы мен құрылымын сенсорлық бағалау нәтижелері бойынша йогурттың біртекті құрылымын капсулалармен араластыру дәм диапазонына жағымды әсер етеді, өнім өзінің сапасын жоғалтпай жаңа көрініс пен дәмге ие болады деп қорытынды жасауға болады.

Негізгі сөздер: жемістер мен жидектер, концентраттар, капсулданған өнімдер, альгинатты капсулалар, толтырғышы бар йогурттар, функционалдық тамақтану.

Қаржыландыру туралы ақпарат: жұмыс қазақстан республикасы білім және ғылым министрлігінің ар08855775 гранттық жобасы аясында ғылыми зерттеу тақырыбы бойынша жүргізілді: «капсулданған жеміс-жидек концентраты бар ұсақ қара мал сүті негізінде тірі йогурт технологиясын жасау».