

УДК 664.788.014

Поступила в редакцию 14.02.2025
Received 14.02.2025**И. М. Почицкая***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КРУПЫ КИНОА**

Аннотация. В статье представлены данные исследования химического состава крупы киноа. Установлено значительное содержание белка, низкое количество жира, что позволяет отнести ее к продуктам здорового питания. Белок крупы киноа отличается высоким содержанием аминокислот, в том числе незаменимых, особенно лейцина и лизина. Результаты исследования подтверждают высокую биологическую ценность крупы киноа и возможность использования ее в качестве основы при создании продуктов функциональной направленности.

Ключевые слова: крупа киноа, химический состав, аминокислотный состав, макро- и микроэлементы

I. M. Pochitskaya*RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,
Minsk, Republic of Belarus***ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF QUINOA CEREALS**

Abstract. The article presents the results of a study of the chemical composition of quinoa. It has been established that it has a significant protein content and a low amount of fat, which allows it to be classified as a healthy food product. Quinoa protein is distinguished by a high content of amino acids, including essential ones, especially leucine and lysine. The results of the study confirm the high biological value of quinoa and the possibility of using it as a basis for creating functional products.

Keywords: quinoa cereal, chemical composition, amino acid composition, macro- and microelements

Введение. Вопрос правильного и рационального питания играет ключевую роль в обеспечении здоровья и полноценной жизни человека. Важной составляющей правильного питания является введение в рацион круп, которые благодаря содержанию сложных углеводов, дают длительное насыщение, снижают потребность организма в сладком, являются источником витаминов и минеральных веществ.

В последнее время в питании широкое применение получила крупа киноа.

Киноп (Chenopodium quinoa) — псевдозерновая культура, принадлежит к семейству амарантовые (Amaranthaceae) [1].

Культура киноа издавна выращивалась еще древними инками в Андах, преимущественно в Боливии и Перу. Высокая урожайность (до 250 г на растение) и неприхотливость делают эту культуру одной из наиболее ценных сельскохозяйственных культур, возделывание которой набирает популярность в мире [2].

После объявления Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) 2013 года Международным годом киноа, в последние десятилетия производство киноа осуществляется в более 120 странах [3].

В зависимости от сорта зерна киноа различаются по цвету, они могут быть белого, бежевого, красного, коричневого, черного, фиолетового цвета с различными оттенками [4].

Химический состав семян киноа отличается большим содержанием белка с высокой концентрацией аминокислот, содержит жир, много клетчатки, минералы, витамины, флавоноиды, фенольные кислоты, беталаины и каротиноиды [5–7].

Известны полезные свойства киноа. Она обладает противовоспалительными и антиоксидантными свойствами, способствует укреплению иммунной системы [8–11], помогает в профилактике онкологии [12], улучшает работу печени [13].

Киноа относится к продуктам с низким гликемическим индексом (менее 55), поэтому может служить профилактикой ожирения, сахарного диабета [14].

В киноа не содержится глютен, что делает эту крупу пригодной для питания больных целиакией [15].

Отмечая преимущества и достоинства крупы киноа, следует знать, что в ней содержатся вещества, которые обладают антипитательными свойствами.

В различных частях киноа обнаружены триптереновые сапонины, придающие горький вкус. По одним данным сапонины обладают противовоспалительными, онкопротекторными свойствами [16–17].

По другим — сапонины могут вызывать аллергию, оказывать токсическое воздействие на организм человека [18–20].

С целью снижения содержания сапонинов семена киноа подвергают шлифовке для удаления оболочки, перед употреблением рекомендуется крупу киноа замачивать.

Также, в киноа содержится фитиновая кислота — антинутриент, который блокирует усвоение минеральных веществ, особенно фосфора, кальция, магния, железа и цинка. Кроме того, фитиновая кислота подавляет работу отдельных ферментов, необходимых для переваривания пищи — пепсина и трипсина, расщепляющих белки и амилазы, расщепляющих крахмал до сахаров. Для снижения содержания фитиновой кислоты применяют ряд способов: замачивание, проращивание, ферментация, обжаривание [20, 21].

Целью исследований являлось изучение показателей пищевой ценности и химического состава крупы киноа для оценки потенциала ее использования в качестве основы при создании продуктов функциональной направленности.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

Объекты исследования — крупа киноа (белая, красная и черная), представленная в торговой сети г. Минска.

Органолептические показатели определяли по ГОСТ 35051-2023 «Крупа киноа. Технические условия» [22].

Массовую долю жира устанавливали путем извлечения растворителем (этиловый эфир) из исследуемого образца в экстракционном аппарате (Soxtherm SOX 416) и последующем удалением растворителя и подсушиванием при $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$ до постоянной массы согласно ГОСТ 26183-84 [23].

Массовую долю белка определяли по методу Кьельдаля, сущность которого заключается в разложении вещества растительной пробы, кипящей концентрированной серной кислотой с образованием солей аммония, переводе аммония в аммиак, отгонке его в раствор кислоты, количественном учете аммиака титриметрическим методом и расчете содержания азота в исследуемом материале по ГОСТ 13496.4-2019 [24].

Определение аминокислот проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектором по МВИ. МН. 1363-2000 [25].

Минеральный состав определяли методом атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргонной плазмой по МУК 4.1.1482-2003 [26].

Результаты исследований и их обсуждение. Большое значение в оценке крупы киноа имеют органолептические показатели (табл. 1).

Внешне крупа киноа напоминает пшено, в зависимости от сорта бывает различного цвета: белого (бежевого), кремового, красного, черного, фиолетового. Однако в торговой сети чаще представлено белое, красное, черное киноа или их смеси.

При приготовлении киноа сильно увеличивается в объеме (почти в 3 раза), вкус крупяной с ореховым оттенком и легкой горчинкой.

Содержание питательных веществ и основных биологически полезных компонентов в киноа имеет существенное различие ввиду сортовых особенностей и условий выращивания [9, 27, 28].

Анализ показателей пищевой ценности исследованных образцов крупы киноа представлен на рис. 1.

Результаты исследований, представленные на рисунке 1, показали, что крупа киноа содержит большое количество белка — 14% и более. Наибольшее содержание белка установлено в крупе киноа красная — 17,3%. При этом в крупе киноа отмечено невысокое содержание жира — 5,1–6,2%, величина которого незначительно отличалась в различных видах киноа.

Ввиду высокого содержания белка в крупе киноа представляет интерес изучение качественного состава аминокислот, результаты исследований которого представлены в табл. 2.

Таблица 1. Характеристика органолептических показателей крупы киноа
Table 1. Characteristics of organoleptic indicators of quinoa cereal

Наименование показателя	Крупа киноа		
	белая	красная	черная
Внешний вид			
	Мелкие круглые семена в виде зерен, с блестящей, гладкой поверхностью. Размер 2-4 мм		
Цвет	Белый, кремовый разных оттенков.	Красный, разных оттенков	Черный, разных оттенков
Запах	Свойственный крупе киноа, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый		
Вкус	Свойственный крупе киноа, без посторонних привкусов, не кислый, не горький; допускается легкая горчинка, свойственная крупе киноа		

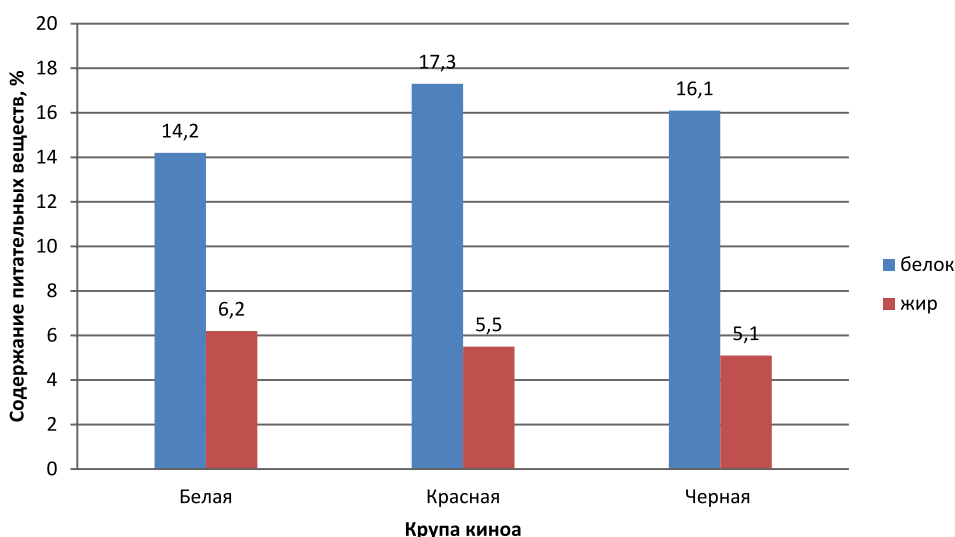


Рис. 1. Содержание белка и жира в крупе киноа

Fig. 1. Protein and fat content of quinoa

Аминокислоты выполняют значительное количество функций в организме человека, принимая участие во многих процессах.

Из полученных данных (табл. 2) видно, что в крупе киноа содержится достаточно большое количество заменимых и незаменимых аминокислот.

Преобладающими заменимыми аминокислотами являются аспарагиновая и глутаминовая в количестве 0,986-1,398 г/100 г и 1,766-1,952 г/100 г, соответственно.

Незаменимые аминокислоты могут в небольших количествах синтезироваться в результате реакции трансаминирования, кроме лизина и треонина, которые являются абсолютно незаменимыми.

Среди незаменимых аминокислот, отмечено особенно большое содержание лейцина — более 0,8 г/100 г. **Лейцин** обладает способностью стимулировать синтез белков, регулирует работу иммунной и эндокринной систем. Максимальное количество лейцина установлено в крупе киноа красной — 0,913 г/100 г.

Крупа киноа, как псевдозерновая культура содержит в два раза больше лизина в сравнении с настоящими зерновыми, такими как рис, пшеница и др. [29]. **Лизин** помогает усвоению кальция, укреплению костной ткани и контролирует рост детей; принимает участие в син-

тезе коллагена и эластина; снижает содержание холестерина, что положительно действует на сердечно-сосудистую систему; оказывает противовоспалительное действие, участвует в образовании антител, что способствует повышению иммунитета; стимулирует выработку карнитина и избавлению от избыточного жира. Результаты исследования показали достаточно высокое содержание лизина в крупе киноа — 0,632 г/100 г (белая), 0,643 г/100 г (черная) и 0,648 г/100 г (красная).

Таблица 2. Содержание аминокислот в крупе киноа
Table 2. Amino acid content in quinoa

Содержание аминокислот, г/100 г	Крупа киноа		
	белая	красная	черная
1	2	3	4
Незаменимые			
валин	0,528±0,16	0,592±0,18	0,582±0,17
изолейцин	0,319±0,10	0,398±0,12	0,377±0,11
лейцин	0,846±0,25	0,913±0,25	0,880±0,26
лизин	0,632±0,19	0,648±0,17	0,643±0,19
метионин	0,296±0,09	0,317±0,10	0,303±0,09
треонин	0,495±0,15	0,607±0,20	0,578±0,17
фенилаланин	0,533±0,16	0,515±0,15	0,513±0,15
гистидин	0,352±0,11	0,379±0,11	0,373±0,11
Заменимые			
аспарагиновая	0,986±0,30	1,398±0,12	1,367±0,11
глутаминовая	1,766±0,53	1,846±0,55	1,952±0,59
серин	0,634±0,19	0,624±0,19	0,650±0,20
глицин	0,674±0,20	0,649±0,19	0,690±0,21
тирозин	0,275±0,08	0,293±0,09	0,285±0,09
цистеин	0,194±0,05	0,245±0,07	0,199±0,05

Треонин — аминокислота, которая играет важную роль в усвоении белка, образовании коллагена и поддержании белкового баланса, оказывает положительное действие на сердечно-сосудистую и нервную системы, работу желудочно-кишечного тракта, укрепление иммунитета. Крупа киноа красная отличалась наибольшим содержанием треонина (0,607 г/100 г), в то время как в киноа белой, его количество было почти на 20 % ниже, чем в красной.

Из некоторых незаменимых аминокислот могут синтезироваться заменимые, так метионин является предшественником для цистеина, а фенилаланин — тирозина. Причем, для этого расходуется значительное количество незаменимых аминокислот — около 90% метионина может трансформироваться в цистеин, а более 70% фенилаланина — в тирозин, что требует большего поступления этих аминокислот с пищей [30].

Метионин участвует в обменных процессах, синтезе гемоглобина, регуляции функции щитовидной железы, препятствует развитию жировой дистрофии печени, является сильным антиоксидантом, обладает защитными свойствами, применяется при остеопорозе и токсикозе беременных. В крупе киноа белой, красной и черной отмечено меньше всего данной аминокислоты — 0,296 г/100 г, 0,317 г/100 г и 0,303 г/100 г, соответственно.

Фенилаланин — аминокислота, необходимая для поддержания функций щитовидной железы и надпочечников, синтеза белка, адреналина и тирозина, оказывает антидепрессантное действие, улучшает память и внимание. В крупе исследуемых образцов крупы киноа выявлено от 0,513 г/100 г (черная) до 0,533 г/100 г (белая) фенилаланина.

Валин служит энергетическим ресурсом организма, необходим для поддержания баланса азота, помогает восстановлению тканей печени и желчного пузыря, укреплению мышечной мускулатуры. Отмечено высокое содержание валина в крупе киноа — от 0,528 г/100 г (белая) до 0,592 г/100 г (красная).

Гистидин — условно незаменимая аминокислота, участвует в образовании гемоглобина, необходим для нормального функционирования спинного мозга и нервной системы, обладает возможностью защищать организм от радиации, способствует выведению токсичных металлов. Количество данной незаменимой аминокислоты в крупе киноа составило от 0,352 г/100 г (белая) до 0,379 г/100 г (красная).

Изолейцин участвует в обмене углеводов, помогает снижать содержание холестерина в крови, выработке гемоглобина, необходим для образования гемоглобина, повышает выносливость организма человека. Количество изолейцина в крупе киноа было невысоким, максимальным содержанием отличилась крупа киноа красная — 0,398 г/100 г.

В целом установлено более высокое содержание аминокислот в киноа красном и черном по сравнению с белым, что отмечено в ряде исследований [27, 28].

Для оценки биологической ценности белка крупы киноа был проведен пересчет количества аминокислот на 100 г. белка и рассчитан аминокислотный скор (табл. 3).

Согласно ФАО/ВОЗ в 100 г идеального белка содержится: гистидина — 1,6 г; изолейцина — 3,0 г; лейцина — 6,1 г; лизина — 4,8 г; метионин+цистеин — 2,3 г; фенилаланин+тирозина — 4,1 г; треонина — 2,5 г; триптофана — 0,66 г; валина — 4,0 г [31].

Поскольку в организме человека аминокислоты преобразуются метионин в цистеин, а фенилаланин в тирозин они представлены парами: метионин + цистеин и фенилаланин + тирозин [30].

Таблица 3. Биологическая ценность белка крупы киноа
Table 3. Biological value of quinoa protein

Наименование незаменимых аминокислот	Содержание аминокислот в крупе киноа						ФАО/ВОЗ, 2011, г/100г белка [31]
	белая		красная		черная		
	г /100г белка	АК скор,%	г /100г белка	АК скор,%	г /100г белка	АК скор,%	
валин	3,7	92,5	3,4	85,0	3,6	90,0	4,0
изолейцин	2,2	73,3	2,3	76,6	2,3	76,6	3,0
лейцин	6,0	98,3	5,3	86,8	5,5	90,1	6,1
лизин	4,5	93,7	3,7	77,0	4,0	83,3	4,8
метионин+ цистеин	3,5	152,1	3,2	139,1	3,1	134,7	2,3
треонин	3,5	140,0	3,5	140,0	3,6	144,0	2,5
фенилаланин+ тирозин	5,7	139,0	4,7	114,6	5,0	121,9	4,1
гистидин	2,5	156,2	2,2	137,5	2,3	143,7	1,6

Установлено, что в белке крупы киноа больше всего содержится аминокислот — лейцина, фенилаланина+тирозина, лизина, при этом крупа киноа белая является лидером по содержанию этих аминокислот — 6,0 г/100 г, 5,7 г./100 г и 4,5 г/100 г, соответственно.

Степень усвоения аминокислот определяет значение скоры лимитирующей аминокислоты, поскольку аминокислоты со скором выше лимитирующей не используются в биосинтезе белка.

Из результатов исследований следует, что лимитирующей аминокислотой в крупе белой, красной и черной киноа является изолейцин — 73,3%, 76,6% и 76,6%, соответственно.

Крупа киноа была исследована по содержанию макро- и микроэлементов (табл. 4).

Таблица 4. Минеральный состав крупы киноа
Table 4. Mineral composition of quinoa cereal

Наименование крупы киноа	Минеральные вещества, мг/100г				
	кальций	магний	фосфор	марганец	железо
Белая	22,1±1,3	100,9±6,0	209,5±12,6	1,8±0,1	3,5±0,2
Красная	24,9±1,5	142,0±8,4	363,5±21,6	1,7±0,1	3,8±0,2
Черная	49,7±3,0	130,0±7,8	302,0±18,0	2,1±0,3	7,1±0,4
Средняя суточная потребность, мг (18-59 лет)					
ТР ТС 022/2011 [32]	1000	400	800	-	14
СанПиНигН № 180 [33]	1000	400	800	2	10-18

Результаты исследования минерального состава крупы киноа показали, что содержание кальция было невелико — менее 50 мг/100 г., причем наибольшее его значение отмечено у крупы киноа черной (49,7 мг/100г).

Установлено, что употребление 100 г. крупы киноа позволит обеспечить среднесуточную суточную потребность (ССП) в магнии на 25,2% (белая), 32,5% (черная) и 35,5% (красная).

Количество фосфора варьировало от 209,5 мг/100 г. до 363,5 мг/100 г. Так, среднесуточную потребность в этом элементе удовлетворяет употребление 100 г киноа красного на 45,44%, черного 37,75 %, и белого на 26,19%,

Содержание марганца в крупе киноа достаточное, чтобы при употреблении 100г крупы киноа черной полностью удовлетворить среднесуточную потребность в этом элементе.

Позволяет удовлетворить среднесуточную потребность в железе на 20–35% употребление 100 г крупы киноа белой и красной, и на 40–70 % употребление киноа черной.

Заключение. Таким образом, установлено, что крупа киноа содержит достаточно большое количество белка — более 14 %, максимальное его количество отмечено в крупе киноа красная — 17,3%. При этом для крупы киноа характерно невысокое содержание жира — 5,1–6,2%, величина которого незначительно отличалась в различных видах киноа.

Преобладающими аминокислотами в белке крупы киноа являются: среди заменимых — аспарагиновая 0,986–1,398 г/100 г и глутаминовая 1,766–1,952 г/100 г; незаменимых — лейцин (0,846–0,913 г/100 г) и лизин (0,632–0,648 г/100 г).

Крупа киноа является источником минеральных веществ: употребление 100 г. крупы позволяет удовлетворить суточную потребность в марганце на 100%, фосфоре на 25–45%, магнии на 25–35%, железе — 20–70%.

Результаты исследования химического состава крупы киноа подтверждают высокую биологическую ценность данной культуры и возможность использования ее в качестве основы при создании продуктов функциональной направленности.

Список использованных источников

1. Киноа [Электронный ресурс] // Киноа — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Киноа>. — Дата доступа: 15.12.2024.
2. Султанова, З. С. Возделывание киноа в условиях Южного Приаралья / З. С. Султанова, К. Н. Тодерич // *Science Review*. — 2019. — 8(25). — С. 16–18.
3. Organic Quinoa: a global emerging growing market: [Электронный ресурс] // — Режим доступа: <https://www.bioecoactual.com/en/2021/04/27/organic-quinoa-global-emerging-growing-market/> — Дата доступа: 15.12.2024.
4. Wang, S. Formulation and quality attributes of quinoa food products / S. Wang, F. Zhu // *Food and Bioprocess Technology*. — 2016. — №9. — P. 49–68.
5. Mu, H. Research Progress of Quinoa Seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.): Nutritional Components, Technological Treatment, and Application / H. Mu, S. Xue, Q. Sun [et. al.] // *Foods*. — 2023. — 12(10): 2087.
6. Filho, A. M. M. Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects / A. M.M. Filho, M.R. Pirozi, J.T.D.S. Borges Q. Sun [et. al.] // *Food Sci. Nutr*. — 2017. — №57. — P.1618–1630.
7. Елисеева, Л. Г. Исследование жирнокислотного состава семян киноа различных торговых марок / Л. Г. Елисеева, Е. В. Жиркова, Д. С. Кокорина // Матер. межд. науч.-практ. конф. посвящ. памяти В. М. Горбатова. — 2018. — С. 79–80.
8. Yao, Y. Anti-inflammatory activity of saponins from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophages cells / Y. Yao, X. Yang, Z. Shi, G. Ren // *J. Food Sci*. — 2014. — 79(5). — P. 1018–1023.
9. Chen, X. Assessment and comparison of nutritional qualities of thirty (*Chenopodium quinoa* Willd.) seed varieties. / X. Chen, Y. Y. Zhang, B. E. Cao [et. al.] // *Food Chemistry-X*. — 2023. — P. 19.
10. Pereira, E. Chemical and nutritional characterization of *Chenopodium quinoa* Willd (quinoa) grains: a good alternative to nutritious food / E. Pereira, C. Encina-Zelada, L. Barros [et. al.]. // *Food Chemistr*. — 2019. — 280. — P. 110 — 114.
11. Tang, Y. Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory, and potential health beneficial effects: A review / Y. Tang, R. Tsao // *Molecular Nutrition & Food Research*. — 2017. — 1(7): 1600767.
12. Majnooni, M. B. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36984763/> Inhibiting Angiogenesis by Anti-Cancer Saponins: From Phytochemistry to Cellular Signaling Pathways // M. B. Majnooni, S. Fakhri, S. M. Ghanadian [et. al.] // *Metabolites*. — 2023. — 3(3): 323.
13. Zhong, L. Quinoa Ameliorates Hepatic Steatosis, Oxidative Stress, Inflammation and Regulates the Gut Microbiota in Nonalcoholic Fatty Liver Disease Rats / L. Zhong, W. Lyu, Z. Lin [et. al.] // *Foods*. — 2023 Apr 25. — 12(9): 1780.
14. Киноа — польза и вред — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.mir-krup.ru/polezno/kinoa/kinoa-polza-i-vred/>. — Дата доступа: 15.12.2024г.
15. Маркова, Ю. М. Зерновые продукты из амаранта, киноа и гречихи: роль в питании человека и поддержании кишечного микробиома / Ю. М. Маркова, Ю. С. Сидорова // *Вопросы питания*. — 2022. — Т. 91, №6. — С. 17 — 29.

16. Hu, Y. Chemical characterization, antioxidant, immune regulating and anticancer activities of a novel bioactive polysaccharide from *Chenopodium quinoa* seeds / Y. Hu, J. Zhang, L. Zou [et. al.] // International Journal of Biological Macromolecules, 2017. — 99. — P.622–629.
17. Yao, Y. Antioxidant and immunoregulatory activity of polysaccharides from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) / Y. Yao, Z. Shi, G. Ren // International Journal of Molecular Sciences, 2014. — 15(10). — P. 19307–19318.
18. Xue, P. Reducing the damage of quinoa saponins on human gastric mucosal cells by a heating process / P. Xue, L. Zhao, Y. J. Wang [et. al.] // Food Sci. Nutr. — 2019. — 8(1). — P.500–510.
19. Lin, B. In vivo acute toxicity and mutagenic analysis of crude saponins from *Chenopodium quinoa* Willd husks / B. Lin, X. Qi, L. Fang [et. al.] // RSC Adv. 2021. — №26;11(8). — P.4829–4841.
20. Орлова, Т. В. Сапонины квиноа (*Chenopodium quinoa* Willd): строение, очистка, биоактивная роль и применение в пищевой промышленности: обзор / Т. В. Орлова // Ползуновский вестник. 2020. — № 3. — С. 16–23.
21. Maldonado-Alvarado, P. Effect of Germination on the Nutritional Properties, Phytic Acid Content, and Phytase Activity of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) / P. Maldonado-Alvarado, D. J. Pavón-Vargas, J. Abarca-Robles, [et. al.] // Food. — 2023. — 12(2):389.
22. Крупа киноа. Технические условия ГОСТ 35051-2023. — Введ. 01.01.2025. — Минск : Гос. комитет по стандартизации РБ, 2024. — С. 12.
23. Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Метод определения жира ГОСТ 26183-84 — Взамен ГОСТ 8756.21-70; Введ. 1985-07-01.-М.: Изд-во стандартов, 1984. — С. 5
24. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина ГОСТ 13496.4-2019. — Взамен ГОСТ 13496.4 — 93. — Введ. 01.08.2020.-М.: Стандартиформ, 2019. — С. 22
25. Метод по определению аминокислот в продуктах питания с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии : МВИ.МН 1363-2000 : утв. Гл. гос. санитар. врачом Респ. Беларусь 14.07.00. — Минск : [б. и.], — 2000. — С. 23.
26. МУК 4.1.1482-2003. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, поливитаминных препаратах с микроэлементами, в биологически активных добавках к пище и в сырье для их изготовления методом атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргоновой плазмой. — Москва: Минздрав России –2003. — С. 28
27. Chen, Z. J.(2020). Comparative of 7 different varieties of *Chenopodium quinoa* / Z. J. Chen, C. S. Liao// Science and Technology of Food Industry, 2020. — 41(23). — P. 266–271. <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020020197>
28. Tang, Y.-M. A comparative analysis of the nutrient and phytochemical richness among different varieties of quinoa in China / Y.-M. Tang, Yi-Zhi Liu, Y.-H. Zhang [et. al.]. // Food Science& Nutrition. — 2024. — Volume12, Issue 6/ — P. 4473-4485.
29. Щеколдина, Т. В. Изучение биологической ценности семян квиноа (*chenopodium quinoa* willd.) для создания специализированных продуктов питания / Т. В. Щеколдина, Е. А. Черниховец, А. Г. Христенко // Техника и технология пищевых производств. — 2016. — Т. 42. № 3. — С. 90-97.
30. Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия. — М.: Мир, 2000. — С.469
31. Dietary protein quality assessment in human nutrition: report of an FAO Expert Consultation March 31 — April 2, 2011. Auckland, 2013. — P. 68.
32. Пищевая продукция в части маркировки: Технический Регламент Таможенного Союза: ТР ТС 022/2011 — Введ. 01.07.2013. — Минск: БелГИСС: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. — С. 18.
33. Санитарные нормы и правила «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь», утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2012 № 180.—Минск: Минздрав РБ, 2012. — С. 21.

Информация об авторах

Почицкая Ирина Михайловна — доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник — заведующий научно-исследовательским сектором Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: pochitskaja@yandex.ru

Information about the authors

Pochitskaya Irina Mikhailovna — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher — Head of Research Sector of the Republican Control and Testing Complex for Food Quality and Safety of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food”.(Kozlova St., 29, 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: pochitskaja@yandex.ru