

Исследование содержания основных макроэлементов в безглютеновых зерновых культурах и продуктах их переработки

Сергей А. Урубков¹ glen.vniiz@gmail.com
Светлана С. Хованская¹ khosveserg@yandex.ru
Станислав О. Смирнов¹ sts_76@bk.ru

¹ НИИ пищевых концентратов промышленности и специальной пищевой технологии, пос. Измайлово, 22, 142718, Россия

Аннотация. Целью данного исследования состояла в получении данных о количественном соотношении основных питательных веществ в зерне амаранта, а также продуктов его переработки (взорванного зерна и муки «Крупчатка») в сравнении с более распространенными в России зерновыми продуктами безглютенового ряда, такими как гречневая крупа и мука рисовая, кукурузная и гречневая. Обзор российских и зарубежных статей показал довольно широкие диапазоны содержания основных нутриентов в зерне амаранта. В результате исследования получены данные по содержанию основных макроэлементов, то есть белка, жира, усваиваемых и неусваиваемых углеводов и зольности. Полученные данные показали, что содержание белка в зерне амаранта превышает содержание данного нутриента в гречихе, а также рисовой и кукурузной муке. Общее содержание липидов во взорванном зерне амаранта было 6,41% на сухое вещество, и превосходило по этому показателю остальные исследованные продукты. Анализ показал относительно высокое содержание углеводов во всех исследуемых продуктах. В зерне амаранта углеводы составили 63,25% сухих веществ, что ниже, чем в остальных образцах, где значения этого показателя варьировали от 65,6 до 80,3% сухих веществ, при этом количество неусваиваемых углеводов в зерне амаранта практически в 2 раза превышало данное значение в других образцах. Результаты, полученные в этом исследовании, могут быть использованы в исследованиях глютена не содержащих культур и продуктов их переработки при разработке специализированных безглютеновых зерновых смесей с использованием амаранта для питания детей.

Ключевые слова: амарант, безглютеновая продукция, дети старше трёх лет, зерновые смеси, целиакия, продукты детского питания на зерновой основе, сбалансированная диета

Study of the content of the main macronutrients in gluten-free crops and products of their processing

Sergey A. Urubkov¹ glen.vniiz@gmail.com
Svetlana S. Khovanskaya¹ khosveserg@yandex.ru
Stanislav O. Smirnov¹ sts_76@bk.ru

¹ Scientific Research Institute of Food-concentrate Industry and Special Food Technology, Izmailovo, 22, 142718, Russia

Abstract. The aim of this study was to obtain data on the quantitative ratio of the main nutrients in amaranth grain, as well as products of its processing (blasted grain and flour Krupchatki) in comparison with the more common in Russia gluten-free grain products, such as buckwheat and rice flour, corn and buckwheat. The review of Russian and foreign articles showed quite wide ranges of the content of the main nutrients in amaranth grain. As a result of the study, data on the content of the main macronutrients, i.e. protein, fat, digestible and non-digestible carbohydrates and ash content were obtained. The obtained data showed that the protein content in amaranth grain exceeds the content of this nutrient in buckwheat, as well as rice and corn flour. The total content of lipids in the exploded amaranth grain was 6.41% for dry matter, and surpassed the rest of the studied products in this indicator. The analysis showed a relatively high content of carbohydrates in all the studied products. The amaranth grain carbohydrates are made up 63.25% dry solids, which is lower than in other samples, where the values of this indicator ranged from 65.6 to 80.3% solids, the amount of indigestible carbohydrates in the grain amaranth is almost 2 times higher than this value in other samples. The results obtained in this study can be used in studies of gluten-free crops and products of their processing in the development of specialized gluten-free grain mixtures using amaranth for children's nutrition.

Keywords: amaranth, balanced diet, children of preschool and school age, celiac disease, gluten-free products, grain-based products for baby food

Введение

В структуре заболеваний детского возраста болезни органов пищеварения занимают значительное место как по распространенности, так и по тяжести клинических проявлений.

Непереносимость глютена – это заболевание, возникающее в ответ на употребление

глютена или соответствующих проламинов и характеризующееся развитием атрофической энтеропатии, появлением в сыворотке крови специфических антител и широким спектром глютензависимых клинических проявлений,

Для цитирования

Урубков С.А., Хованская С.С., Смирнов С.О. Исследование содержания основных макроэлементов в безглютеновых зерновых культурах и продуктах их переработки // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 102–107. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-102-107

For citation

Urubkov S.A., Khovanskaya S.S., Smirnov S.O. Study of the content of the main macronutrients in gluten-free crops and products of their processing. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 102–107. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-102-107

при этом диагноз целиакия может отсутствовать. Код Международной классификации болезней 10-го пересмотра: K90.0 – целиакия [1].

Непереносимость глютена встречается примерно у 1% населения во всем мире, хотя большинство людей, ассоциированные с этим заболеванием, не диагностированы [1–3]. Исследования показывают, что распространенность непереносимости глютена за последние 50 лет увеличилась в 4–5 раз [4], причем одновременно наблюдается отчетливая тенденция к нарастанию частоты гастроэнтерологической патологии в детском возрасте [2].

Эпидемиологические исследования, проводимые в мире, развеяли миф о целиакии как заболевании преимущественно детей раннего возраста [5]. Непереносимость глютена может развиваться в любом возрасте, однако по данным европейских учёных распространенность заболевания резко возросла среди детей до 12 лет жизни [6]. Результаты совместных исследований, проведенных итальянскими и чешскими учёными, подтверждают, что заболевание целиакией чаще встречается у детей, чем у взрослых, кроме того, подчеркивают различия непереносимости глютена у детей по сравнению со взрослыми [7].

В Российской Федерации крупных эпидемиологических исследований не проводилось. Предполагаемая частота целиакии в России может составлять 1:100–1:250. Отдельные данные из регионов свидетельствуют о частоте заболевания от 1:85 в группах риска в Рязани, до 1,2:1000 в Томске [8].

Глютен представляет собой совокупность запасных белков зерна. Состоит из глютеинов – белков эндосперма, растворяющихся только в слабых кислотах или щелочах, и проламинов – белков, растворимых в 60–80%-ном растворе этанола. Эти белки отражают характеристики аминокислотного состава, а именно высокое содержание и большое число аминокислотных последовательностей пролина и глутамина, определяющих токсичность глиадина (в пшенице), секалина (во ржи), гордеина (в ячмене) и авенина (в овсе) для больных целиакией. К настоящему времени наиболее подробно изучен именно глиадин как фактор, провоцирующий повреждение слизистой оболочки тонкой кишки у больных целиакией ввиду того, что пшеница – самая потребляемая в пищу злаковая культура, и фракция проламина в ней составляет 5–8 г в 100 г муки. Однако не все белки, относящиеся к глютеинам и проламинам, токсичны для организма человека. Из рисунка 1 видно, что проламины риса и кукурузы практически не содержат глутамина и пролина, зато содержат больше лейцина и аланина – безопасных аминокислот для больных с целиакией [1, 4].

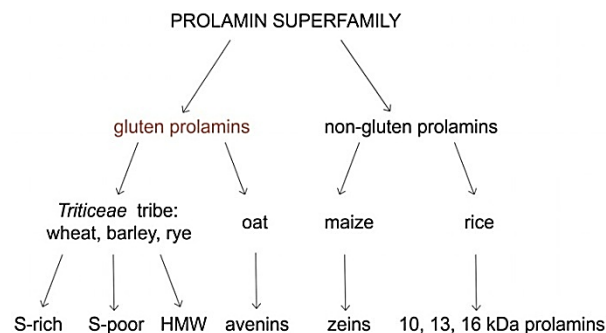


Рисунок 1. Классификация проламинов [9]

Figure 1. Classification of prolamines

Зарубежные исследования показали, что белок амаранта не токсичен для больных целиакией [10]. Положительные результаты дали и российские исследования по применению продуктов из амаранта в диетотерапии детей с непереносимостью глютена. Больные перенесли диету без каких-либо аллергических и диспепсических реакций, наблюдалось улучшение показателей нутритивного статуса пациентов, а также снижение психоэмоционального напряжения благодаря внесению в рацион дополнительного ассортимента продуктов [11].

Расширение линейки отечественной специализированной безглютеновой продукции, в том числе за счет использования новых видов сырья, не содержащего глютен, относится к актуальным научно-практическим задачам, решение которых позволит оптимизировать подходы к организации питания больных с непереносимостью глютена, повысить комплаентность лечения, улучшить качество жизни пациента и его семьи [12, 13].

Отдел детского и диетического питания НИИПП и СПП – филиал ФГБНУ «ФИЦ питания и биотехнологии» в рамках программы «Фундаментальных научных исследований государственной академии наук на 2019–2021 годы» проводит исследования по разработке специализированных безглютеновых зерновых смесей с амарантом для питания детей с непереносимостью глютена (тема № 0529–2019–0065).

В рамках проводимых исследований предусматривается использование зернового сырья, не содержащего глютен, в сочетании с амарантом. Данный этап исследования позволит определить состав и питательную ценность сырья при разработке ассортимента продуктов, которые можно рекомендовать для питания детей с непереносимостью глютена, в том числе целиакией.

Объекты и методы

В работе исследовали: нативное зерно амаранта (*Amaranthus cruentus*), выращенного в штате Мехико, Мексика, урожай 2018 года; зерно амаранта взорванное, произведено

в г. Несауалькойотль, Мексика; амарантовая мука «Крупчатка» ТУ 9291–004–77372064 (сорт «Воронежский»); крупа гречневая нативная ГОСТ Р55290–2012; мука гречневая СТО 53548590–019–2013; мука гречневая нативная, крупность фракции до 60 мкм; мука рисовая цельнозерновая ТУ 9293–002–43175543–03; мука рисовая, крупность фракции до 60 мкм; мука кукурузная «жерновая», Словения; мука кукурузная, крупность фракции до 60 мкм.

Исследование проводили методом инфракрасной спектроскопии на анализаторе SpectraStar 2500, 34294–12. Эксперимент проводили в трёх повторностях и выводили среднее значение.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований получены данные по содержанию основных нутриентов в исследуемых образцах (таблица 1).

Таблица 1.

Содержание основных нутриентов, % сухих веществ

Table 1.

Content of basic nutrients, % dry matter

Продукт Product	Белок Protein	Липиды Lipids	Пищевые волокна Alimentary fiber	Крахмал Starch	Моно- и дисахариды Mono - and disaccharides	Зольность Ash
Зерно амаранта нативное Amaranth grain native	14,50	5,50	2,53	51,14	9,58	2,78
Зерно амаранта взорванное Amaranth grain exploded	9,16	6,41	0,46	64,88	10,31	2,38
Амарант мука «Крупчатка» Amaranth flour "Krupchatka"	5,84	3,22	1,06	74,24	4,98	1,20
Гречиха нативная крупа Buckwheat native groats	8,78	4,16	1,04	63,09	1,45	1,61
Мука гречневая Buckwheat flour	6,52	2,70	1,11	67,69	9,81	0,85
Мука гречневая нативная (до 60 мкм) Flour buckwheat native (up to 60 microns)	10,44	3,31	1,13	60,95	8,57	1,32
Мука рисовая цельнозерновая Flour rice wholegrain	4,21	1,97	1,13	71,21	0,53	0,44
Мука рисовая (до 60 мкм) Rice flour (up to 60 microns)	7,15	2,27	1,16	64,49	2,64	0,90
Мука кукурузная «жерновая» Flour corn flour	7,59	5,78	1,99	62,84	2,59	1,53
Мука кукурузная (до 60 мкм) Corn flour (up to 60 microns)	6,93	4,48	2,34	58,91	3,21	1,64

Содержание белка в нативном зерне амаранта 14,5%, что выше, чем значения этого показателя для зерна гречихи (10,44%), а также продуктов переработки других злаков. Это соответствует данным других исследований [14, 15], которые также установили, что количество белка в зерне амаранта больше, чем в традиционных злаковых культурах, включая гречиху, рис и кукурузу из ряда сырья, не содержащего глютен.

Мировые исследования указывают на возможное преимущество амаранта в питании с точки зрения усвояемости [16, 17]. Исследования подтвердили, что амарант содержит хорошо усвояемый белок, почти эквивалентный усвояемости казеина молочного белка [18, 19]. Белки амаранта богаты лизином, лейцином, треонином, изолейцином и триптофаном. Высокое содержание незаменимых аминокислот – 34,5% обусловлено преимущественно лизином 4,3–6,5%, изолейцином 3,3–3,8% и суммой тирозина с фенилаланином 6,3–8,1% [20].

Жиры или липиды, так же как и белки, являются важнейшими компонентами пищи, которые, в свою очередь, отвечают за построение органов и тканей, клеточных и субклеточных мембран, а также несут энергетическую функцию (обеспечивают 30–40% от необходимой детскому организму энергии).

Липиды содержатся в рассматриваемых продуктах в интервале от 2,0 до 6,5% (таблица 1). Высокий уровень содержания липидов отмечается в зерне и продуктах из амаранта, а также кукурузной муке.

Жирнокислотный состав липидов амаранта содержит: линолевой кислоты 38–48%, олеиновой – 25–35%, пальмитиновой – 19–21% и стеариновой 4–5%, что составляет около 95% содержания всех жирных кислот. При этом содержание ненасыщенных жирных кислот составляет 74% от суммы жирных кислот [21].

Важнейшим компонентом амарантового масла являются токоферолы (витамин Е) в основном в виде наиболее биологически активной

триенольной формы. По данным ФГБНУ «ФИЦ питания и биотехнологии» общее содержание токоферолов в амарантовом масле может достигать 2%. Это рекордный уровень для всех известных растительных масел. Столь высокое содержание токоферолов в амарантовом масле обусловлено высоким содержанием в нем сквалена. Являясь природными жирорастворимыми антиоксидантами, токоферолы и особенно токотриенолы препятствуют свободнорадикальным реакциям, нормализуют липидный обмен, снижают уровень холестерина в крови. На основе токоферолов и их производных создан ряд препаратов гиполипидемического назначения, а также для лечения и профилактики язвы желудка, язвенного колита, а также композиции для активации действия фагоцитов. Амарант является растением с наиболее высокой концентрацией сквалена в растительном мире – 4,16 г сквалена/кг семян [22]. Широкие исследования, проведенные на 104 генотипах 30 видов амаранта, выявили концентрации сквалена от 10,4 до 73,0 г/кг масла амаранта [23].

Проведённые исследования показали относительно высокое содержание углеводов во всех образцах. В зерне амаранта усвояемые углеводы составили 60,72%, что ниже, чем в остальных образцах, где значения этого показателя варьировались от 62 до 79% с.в.в. При этом крахмал, являющийся главным компонентом зерна злаковых культур, содержался в количестве от 51,1 (зерно амаранта нативное) до 74,2% с.в.в. (мука амарантовая «Крупчатка»). Отличительной особенностью крахмала амаранта является стабильно малый размер гранул диаметром до 3 мкм [24]. Как и у других зерновых культур, гранулы крахмала встроены в матрицу, образованную белком, клетчаткой и липидами. Небольшой размер гранул крахмала имеет ряд преимуществ, увеличивая скорость стабилизации эмульсий, а также меняя их свойства.

Данные показывают, что амарант и продукты его переработки содержат большое количество моно- и дисахаридов (до 10% с.в.в.) в отличие от остальных образцов, где данный показатель не превышал 3,5% с.в.в., исключение составила гречневая мука, где уровень сахаров был схож с амарантом – 9,81% с.в.в. Содержание моно- и дисахаридов зависит от сортовых особенностей, условий выращивания и т. п. факторов и может существенно меняться.

Неусвояемые углеводы, среди которых целлюлоза (клетчатка), гемицеллюлозы и пектиновые вещества, объединяются под одним термином «пищевые волокна». Пищевыми источниками неперевариваемых углеводов служат только продукты растительного происхождения,

причём все без исключения. Практически все анализируемые продукты показали низкий уровень содержания пищевых волокон от 0,46 до 1,99% с.в.в. Лишь немного превысило это значение содержание пищевых волокон в зерне амаранта и тонкоизмельчённой кукурузной муке – 2,53 и 2,34% с.в.в. соответственно. Другие авторы сообщают о несколько более высоких значениях содержания клетчатки в зерне амаранта (в диапазоне 11%) [25, 26].

Содержание минеральных солей и микроэлементов отражено в параметре зольность. Содержание минеральных веществ в зерне злаков колеблется в пределах от 0,44 до 2,78% с.в.в., где высшие значения данного показателя относятся к амаранту, что говорит о высоком содержании минеральных веществ в зерне.

Главную часть минеральных веществ всех злаков составляет калий и магний, также характерным является низкое содержание кальция. Амарант и гречиха богаты микроэлементами, такими, как калий, магний и железо.

Заключение

В исследовании были получены данные по содержанию макронутриентов в зерне амаранта и продуктов его переработки (взорванного зерна и муки «Крупчатка») в сравнении с более распространёнными в России зерновыми культурами безглютенового ряда, такими, как гречневая крупа и мука рисовая, кукурузная и гречневая. Обзор российских и зарубежных статей показал довольно широкие диапазоны содержания основных нутриентов в зерне амаранта. По результатам исследования были получены данные по содержанию основных макронутриентов: белка, липидов, усваиваемых и неусваиваемых углеводов и золы. Результаты, полученные в этом исследовании, могут быть использованы в исследованиях культур, не содержащих глютен, и продуктов их переработки при разработке безглютеновых продуктов для питания детей. Безглютеновые продукты с использованием зерна амаранта могут внести свой вклад в улучшение качества питания детей с непереносимостью глютена благодаря своим уникальным питательным и функциональным свойствам.

Необходимо расширять и углублять работы по распространению продуктов из амаранта в питании населения страны, а также вести разработку специализированной продукции на его основе, так как производимая продукция может стать источником полноценного белка и других биологически ценных соединений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Всероссийский консенсус по диагностике и лечению целиакии у детей и взрослых. Принят на 42-й Научной сессии ЦНИИГ (2–3 марта 2016 г.)

2. Детям с целиакией. Гастроэнтерология детского возраста; под ред. С.В. Бельмера, А.И. Хавкина. М.: ИД Медпрактика-М, 2003. 360 с.

3. Rubio-Tapia A, Ludvigsson J.F., Brantner T.L. et al. The prevalence of celiac disease in the United States // *The American Journal of Gastroenterology*. 2012. V. 107. P. 1538–1544.

4. Rubio-Tapia A., Kyle R.A., Kaplan E.L. et al. Increased prevalence and mortality in undiagnosed celiac disease // *Gastroenterology*. 2009. V. 137. P. 88–93.

5. Бельмер С.В. Эпидемиология целиакии: факты и выводы // *Лечащий врач*. 2013. № 1. С. 16–19.

6. Myleus A., Ivarsson A., Webb C. et al. Celiac disease revealed in 3% of Swedish 12-year-olds born during an epidemic // *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 2009. V. 49. P. 170–176.

7. Ciccocioppo R., Kruzliak P., Cangemi G.C., Pohanka M. et al. The Spectrum of Differences between Childhood and Adulthood Celiac Disease // *Nutrients*. 2015. V. 7. № 10. P. 8733–8751. doi: 10.3390/nu7105426

8. Быкова С.В., Парфенов А.И., Сабельникова Е.А. Эпидемиология целиакии в мире // *Альманах клинической медицины*. 2018. Т. 46. № 1. С. 23–31. doi: 10.18786/2072-0505-2018-46-1-23-31

9. Balakireva A.V., Zamyatnin A.A. Properties of Gluten Intolerance: Gluten Structure, Evolution, Pathogenicity and Detoxification Capabilities // *Nutrients*. 2016. V. 8. № 10. P. 644. doi: 10.3390/nu8100644

10. Bergamo P., Maurano F., Mazzarella G., Iaquinto G. et al. Immunological evaluation of the alcohol-soluble protein fraction from gluten-free grains in relation to celiac disease // *Mol Nutr Food Res*. 2011. V. 55. № 8. P. 1266–1270. doi: 10.1002/mnfr.201100132

11. Бавыкина И.А. Звягин А.А., Мирошниченко Л.А., Гусев К.Ю. и др. Эффективность продуктов из амаранта в безглютеновом питании детей с непереносимостью глютена // *Вопросы питания*. 2017. № 2. С. 91–99. doi: 10.24411/0042-8833-2017-00038

12. Urubkov S.A., Khovanskaya S.S., Dremina N.V., Smirnov S.O. Grain-based products for baby food // *Вопросы детской диетологии*. 2018. Т. 16. № 4. С. 67–72. doi: 10.20953/1727-5784-2018-4-67-72

13. Урубков С.А., Хованская С.С., Пырьева Е.А., Георгиева О.В. Разработка рецептур продуктов для детского питания на зерновой основе с применением плодовоовощных и ягодных компонентов // *Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд*. 2018. № 10 (10). С. 276–284.

14. Высочина Г.И. Амарант (*amaranthus l.*): химический состав и перспективы использования (обзор) // *Химия растительного сырья*. 2013. № 2. С. 5–14.

15. Mota C., Santos M., Mauro R., Samman N. et al. Protein content and amino acids profile of pseudocereals // *Food Chem*. 2016. V. 193. P. 55–61. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.11.043

16. Navruz-Varli S., Sanlier N. Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) // *Journal of Cereal Science*. 2016. V. 69. P. 371–376. doi: 10.1016/j.jcs.2016.05.004

17. Correa A.D., Jokl L., Carlsson R. Chemical constituents, in vitro protein digestibility, and presence of antinutritional substances in amaranth grains // *Arch Latinoam Nutr*. 1986. V. 36. № 2. P. 319–26.

18. Ranhos G.S., Gelroth J.A., Glaser B.K., Lorenz K.J. et al. Composition and protein nutritional quality of quinoa // *Cereal. Chem*. 1993. V. 70. P. 303–305.

19. Repo-Carrasco R., Esponiza C., Jacobsen S.-E. Nutritional value and use of the Andean crops: Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) // *Food Reviews International*. 2003. V. 19. P. 179–189. doi: 10.1081/FRI-120018884

20. Becker R. Preparation, compositional and nutritional implications of amaranth seed oil // *Cereal Food World*. 1989. V. 34. № 11. P. 950.

21. Opute F.J. Seed Lipids of the Grain Amaranth // *Journal of Experimental Botany*. 1979. V. 30. P. 601–606.

22. León-Camacho M., García-González D.L., Aparicio R. A detailed and comprehensive study of amaranth (*Amaranthus cruentus L.*) oil fatty profile // *European Food Research and Technology*. 2001. V. 213. № 4–5. P. 349–355. doi: 10.1007/s002170100340

23. He H.-P., Corke H. Oil and Squalene in Amaranthus Grain and Leaf // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2003. V. 51. № 27. P. 7913–7920. doi: 10.1021/jf030489q

24. Venskutonis P.R., Kraujalis P. Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: A review on composition, properties, and uses. *Compr // Rev. Food Sci. Food Saf.* 2013. V. 12. P. 381–412. doi: 10.1111/1541-4337.12021

25. Alonso-Miravalles L., O'Mahony J.A. Composition, Protein Profile and Rheological Properties of Pseudocereal-Based Protein-Rich Ingredients // *Foods*. 2018. V. 7. № 5. P. 73. doi: 10.3390/foods7050073

26. Repo-Carrasco R., Peña J., Kallio H., Salminen S. Dietary fiber and other functional components in two varieties of crude and extruded kiwicha (*Amaranthus caudatus*) // *J. Cereal Sci*. 2009. V. 49. P. 219–224. doi: 10.1016/j.jcs.2008.10.003

REFERENCES

1. Vserossijskij konsensus po diagnostike i lecheniyu celiakii u detej i vzroslyh [All-Russian consensus on the diagnosis and treatment of celiac disease in children and adults. Adopted at the 42nd Scientific Session of the TsNIIG (March 2–3, 2016)].

2. Detyam s tseliakijey. Gastroenterologiya detskogo vozrasta [Children with celiac disease. Children's gastroenterology; by ed. S.V. Belmera, A.I. Khavkin]. Moscow: ID Medpraktika-M, 2003. 360 p. (in Russian).

3. Rubio-Tapia A, Ludvigsson J.F., Brantner T.L. et al. The prevalence of celiac disease in the United States. *The American Journal of Gastroenterology*. 2012. vol. 107. pp. 1538–1544.

4. Rubio-Tapia A., Kyle R.A., Kaplan E.L. et al. Increased prevalence and mortality in undiagnosed celiac disease. *Gastroenterology*. 2009. vol. 137. pp. 88–93.

5. Bel'mer S.V. Epidemiology of celiac disease: facts and conclusions. *Lechashchij vrach* [The attending physician]. 2013. no. 1. pp. 16–19. (in Russian).

6. Myleus A., Ivarsson A., Webb C. et al. Celiac disease revealed in 3% of Swedish 12 year-olds born during an epidemic. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 2009. vol. 49. pp. 170–176.

7. Ciccocioppo R., Kruzliak P., Cangemi G.C., Pohanka M. et al. The Spectrum of Differences between Childhood and Adulthood Celiac Disease. *Nutrients*. 2015. vol. 7. no. 10. pp. 8733–8751. doi: 10.3390/nu7105426

8. Bykova S.V., Parfenov A.I., Sabel'nikova E.A. Epidemiology of Celiac Disease in the World. *Al'manah klinicheskoy mediciny* [Almanac of Clinical Medicine]. 2018. vol. 46. no. 1. pp. 23–31. doi: 10.18786/2072-0505-2018-46-1-23-31 (in Russian).

9. Balakireva A.V., Zamyatnin A.A. Properties of Gluten Intolerance: Gluten Structure, Evolution, Pathogenicity and Detoxification Capabilities. *Nutrients*. 2016. vol. 8. no. 10. pp. 644. doi: 10.3390/nu8100644

10. Bergamo P., Maurano F., Mazzarella G., Iaquinto G. et al. Immunological evaluation of the alcohol-soluble protein fraction from gluten-free grains in relation to celiac disease. *Mol Nutr Food Res.* 2011. vol. 55. no. 8. pp. 1266–1270. doi: 10.1002/mnfr.201100132

11. Bavykina I.A. Zvyagin A.A., Miroshnichenko L.A., Gusev K.Yu. et al. Efficiency of products from amaranth in gluten-free nutrition of children with gluten intolerance. *Voprosy pitaniya* [Nutrition Issues]. 2017. no. 2. pp. 91–99. doi: 10.24411/0042-8833-2017-00038 (in Russian).

12. Urubkov S.A., Khovanskaya S.S., Dremina N.V., Smirnov S.O. Grain-based products for baby food. *Voprosy detskoy diyetologii* [Children's nutrition issues]. 2018. vol. 16. No. 4. pp. 67–72. doi: 10.20953/1727-5784-2018-4-67-72

13. Urubkov S.A., Khovanskaya S.S., Pyr'eva E.A., Georgieva O.V. Development of product formulations for children's nutrition on grain basis using fruit and vegetable and berry components. *Innovacionnye tekhnologii proizvodstva i hraneniya material'nyh cennostey dlya gosudarstvennykh nuzhd* [Innovative technologies for the production and storage of material values for state needs]. 2018. no. 10 (10). pp. 276–284. (in Russian).

14. Vysochina G.I. Amaranth (*amaranthus l.*): Chemical composition and use prospects (review). *Himiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials]. 2013. no. 2. pp. 5–14. (in Russian).

15. Mota C., Santos M., Mauro R., Samman N. et al. Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food Chem.* 2016. vol. 193. pp. 55–61. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.11.043

16. Navruz-Varli S., Sanlier N. Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Cereal Science.* 2016. vol. 69. pp. 371–376. doi: 10.1016/j.jcs.2016.05.004

17. Correa A.D., Jokl L., Carlsson R. Chemical constituents, in vitro protein digestibility, and presence of antinutritional substances in amaranth grains. *Arch Latinoam Nutr.* 1986. vol. 36. no. 2. pp. 319–26.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей А. Урубков к.т.н., ст. науч. сотрудник, отдел детского и диетического питания, НИИ пищевых концентратов промышленности и специальной пищевой технологии, пос. Измайлово, 22, 142718, Россия, glen.vniiz@gmail.com

Светлана С. Хованская к.т.н., зав. отделом, отдел детского и диетического питания, НИИ пищевых концентратов промышленности и специальной пищевой технологии, пос. Измайлово, 22, 142718, Россия, khosveserg@yandex.ru

Станислав О. Смирнов к.т.н., заместитель директора, НИИ пищевых концентратов промышленности и специальной пищевой технологии, пос. Измайлово, 22, 142718, Россия, sts_76@bk.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы принимали участие в написании статьи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 20.03.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.04.2019

18. Ranhotra G.S., Gelroth J.A., Glaser B.K., Lorenz K.J. et al. Composition and protein nutritional quality of quinoa. *Cereal. Chem.* 1993. vol. 70. pp. 303–305.

19. Repo-Carrasco R., Esponiza C., Jacobsen S.-E. Nutritional value and use of the Andean crops: Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International.* 2003. vol. 19. pp. 179–189. doi: 10.1081/FRI-120018884

20. Becker R. Preparation, compositional and nutritional implications of amaranth seed oil. *Cereal Food World.* 1989. vol. 34. no. 11. pp. 950.

21. Opute F.J. Seed Lipids of the Grain Amaranth. *Journal of Experimental Botany.* 1979. vol. 30. pp. 601–606.

22. León-Camacho M., García-González D.L., Aparicio R. A detailed and comprehensive study of amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) oil fatty profile. *European Food Research and Technology.* 2001. vol. 213. no. 4–5. pp. 349–355. doi: 10.1007/s002170100340

23. He H.-P., Corke H. Oil and Squalene in *Amaranthus* Grain and Leaf. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2003. vol. 51. no. 27. pp. 7913–7920. doi: 10.1021/jf030489q

24. Venskutonis P.R., Kraujalis P. Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: A review on composition, properties, and uses. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2013. vol. 12. pp. 381–412. doi: 10.1111/1541-4337.12021

25. Alonso-Miravalles L., O'Mahony J.A. Composition, Protein Profile and Rheological Properties of Pseudocereal-Based Protein-Rich Ingredients. *Foods.* 2018. vol. 7. no. 5. pp. 73. doi: 10.3390/foods7050073

26. Repo-Carrasco R., Peña J., Kallio H., Salminen S. Dietary fiber and other functional components in two varieties of crude and extruded kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *J. Cereal Sci.* 2009. vol. 49. pp. 219–224. doi: 10.1016/j.jcs.2008.10.003

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergey A. Urubkov Cand. Sci. (Engin.), senior research fellow, department of children's and dietary nutrition, scientific research institute of food-concentrate industry and special food technology, Izmailovo, 22, 142718, Russia, glen.vniiz@gmail.com

Svetlana S. Khovanskaya Cand. Sci. (Engin.), head of department, department of children's and dietary nutrition, scientific research institute of food-concentrate industry and special food technology, Izmailovo, 22, 142718, Russia, khosveserg@yandex.ru

Stanislav O. Smirnov Cand. Sci. (Engin.), deputy director, scientific research institute of food-concentrate industry and special food technology, Izmailovo, 22, 142718, Russia, sts_76@bk.ru

CONTRIBUTION

All authors participated in the writing of the article and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.20.2019

ACCEPTED 4.19.2019