

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

С. А. Урубков [S. A. Urubkov]*
 С. С. Хованская [S. S. Khovanskaya]
 С. О. Смирнов [S. O. Smirnov]

УДК 664.7

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНЫХ МАКРОНУТРИЕНТОВ В ПРОДУКТАХ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА АМАРАНТА

THE STUDY OF THE CONTENT OF THE MACRONUTRIENTS IN THE PRODUCTS OF AMARANTH GRAIN PROCESSING

НИИПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»,
 «Scientific Research Institute of Food-concentrate Industry and Special Food Technology» –
 branch «Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology and Food safety»,
 *E-mail для переписки: glen.vniiz@gmail.com

Аннотация. В структуре заболеваний детского возраста болезни органов пищеварения занимают существенное место, как по распространенности, так и по тяжести клинических проявлений. Диетотерапия является единственным способом лечения больных с пищевой непереносимостью глютена, и одним из эффективных подходов служит соблюдение рациона питания базирующегося на использовании безглютеновых злаков. На фоне соблюдения безглютеновой диеты у детей наблюдается дефицит многих важнейших компонентов пищи. Недостаток потребления нутриентов, а также нарушения их всасывания напрямую воздействует на степень физического развития ребёнка. Решением этой задачи является расширение ассортимента специализированных безглютеновых зерновых смесей с использованием амаранта. Белок амаранта продемонстрировал полное отсутствие проявления токсичности у больных целиакией. Обзор Российских и зарубежных статей показал довольно широкие диапазоны содержания основных нутриентов в зерне амаранта. В результате проведённой научно-исследовательской работы получены данные по содержанию белка, липидов, усваиваемых и неусваиваемых углеводов и зольности в зерне амаранта, а также продуктов его переработки - взорванного зерна и муки «Крупчатка». Содержание белка в рассматриваемых продуктах варьировало от 5, 8 до 14,5% с. в-в., липидов – от 3,2 до 5,5% с. в-в, углеводов 60,7- 79,2% с.в-в. Результаты, полученные в этом исследовании, могут быть использованы при разработке специализированных безглютеновых зерновых смесей с амарантом. Расширение линейки специализированных безглютеновых продуктов с использованием амаранта для детей с целиакией позволит оптимизировать подходы к организации питания больных с непереносимостью глютена, повысить комплаентность лечения, улучшить качество жизни ребёнка и его семьи.

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

Abstract. In the structure of childhood diseases, diseases of the digestive system occupy a significant place, both in the prevalence and severity of clinical manifestations. Diet therapy is the only way to treat patients with food gluten intolerance, and one of the effective approaches is to follow a diet based on the use of gluten-free cereals. Against the background of a gluten-free diet in children, there is a shortage of many important components of food. Lack of nutrient intake, as well as impaired absorption, directly affects the degree of physical development of the child. The solution to this problem is to expand the range of specialized gluten-free grain mixtures using amaranth. Amaranth protein showed a complete absence of toxicity in patients with celiac disease. A review of Russian and foreign articles showed fairly wide ranges of the content of the main nutrients in amaranth grain. As a result of the research work, data were obtained on the content of protein, lipids, digestible and non-digestible carbohydrates and ash content in amaranth grain, as well as its processed products - blasted grain and "Krupchatka" flour. The protein content in the considered products ranged from 5, 8 to 14.5% s. in.-in., lipids - from 3.2 to 5.5% s. in.-in, carbohydrates 60.7- 79.2% of the north-east. The results obtained in this study can be used in the development of specialized gluten-free grain mixtures with amaranth. Expanding the range of specialized gluten-free products using amaranth for children with celiac disease will optimize approaches to catering for patients with gluten intolerance, increase treatment compliance, improve the quality of life of the child and his family.

Key words: amaranth, gluten-free products, children over three years old, grain mixtures, celiac disease, cereal-based baby foods, balanced diet.

Введение. 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, 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]. Эпидемиологические исследования, проводимые в мире, развеяли миф о целиакии как заболевании преимущественно детей раннего возраста [2]. Непереносимость глютена может развиваться в любом возрасте, однако, по данным Европейских учёных распространённость заболевания резко возросла среди детей до 12-лет жизни [3]. Результаты совместных исследований проведённых Итальянскими и Чешскими учёными также подтверждают, что заболевание целиакией чаще встречается у детей, чем у взрослых, кроме того, подчеркивают различия непереносимости глютена у детей по сравнению с взрослыми [4].

Глютен представляет собой совокупность запасных белков зерна, состоящий из глютеинов – белков эндосперма, растворяющихся только в слабых кислотах или щелочах, и проламинов - белков растворимых в 60-80% 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. Однако не все белки, относящиеся к глютеинам и проламинам, токсичны для организма человека. Проламины риса и кукурузы практически не содержат глутамина и пролина, зато содержат больше лейцина и аланина безопасных аминокислот для больных с целиакией. [1, 2].

Зарубежные исследования показали, что белок амаранта не токсичен для больных целиакией [5]. Положительные результаты дали и Российские исследования по применению продуктов из амаранта в диетотерапии детей с непереносимостью глютена. Больные переносили 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 [6].

Объекты и методы исследования. В работе исследовали: нативное зерно амаранта (*Amaranthus cruentus*) выращенного в штате Мехико, Мексика, урожаем 2018 года; зерно амаранта взорванное, произведено в г. Несауалькойотль, Мексика; Амарантовая мука «Крупчатка» ТУ 9291-004-77372064 (сорт «Воронежский»);

Исследование проводили методом инфракрасной спектроскопии на анализаторе SpectraStar 2500, 34294-12.

Эксперимент проводили в трёх повторностях и выводили среднее значение.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных исследований получены данные по содержанию основных нутриентов в исследуемых образцах (табл. 1).

Таблица 1

Содержание основных нутриентов в зерне амаранта и продуктах его переработки

№ п/п	Наименование продукта	Белок, % с.в-в.	Липиды, % с.в-в.	Пищевые волокна, % с.в-в.	Крахмал, % с.в-в.	Моно- и дисахариды, % с.в-в.	Зольность, % с.в-в.
1	Зерно амаранта нативное	14,50	5,50	2,53	51,14	9,58	2,78
2	Зерно амаранта взорванное	9,16	6,41	0,46	64,88	10,31	2,38
3	Мука амарантовая «Крупчатка»	5,84	3,22	1,06	74,24	4,98	1,20

Содержание белка в нативном зерне амаранта составило 14,5% с.в-в. Это соответствует данным других исследований [7, 8], которые также установили, что количество белка в зерне амаранта больше, чем в традиционных злаковых культурах, включая гречиху, рис и кукурузу из ряда глютен не содержащего сырья. Более того, белок, выделенный из зерна амаранта близок к идеальному белку ФАО/ВОЗ (1973). По содержанию треонина, фенилаланина, тирозина и триптофана он приравнивается к казеину молока [9, 10]. Вместе с тем все исследования

подтвердили, что белки зерна амаранта обладают большей усвояемостью, чем зерно традиционно применяемых злаковых культур.

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). Можно отметить высокий уровень содержания липидов в зерне и продуктах из амаранта – от 3,2 до 5,5% с.в-в.

Анализ жирнокислотного состава липидов показал содержание 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 [11].

Проведённые исследования показали относительно высокое содержание углеводов во всех образцах. В нативном зерне амаранта усвояемые углеводы составили 60,7%, что ниже, чем в образцах прошедших термическую обработку, где значения этого показателя увеличилось до 79,2% с.в-в.

Данные указывают, что амарант и продукты его переработки содержат относительно большое количество моно- и дисахаридов - до 10% с.в-в.

Неусвояемые углеводы, среди которых целлюлоза (клетчатка), гемицеллюлозы и пектиновые вещества объединяют под одним термином «пищевые волокна». Низкий уровень содержания пищевых волокон показал взорванный амарант (0,46% с.в-в). Лишь немного превысило это значение содержание пищевых волокон в зерне амаранта. Другие авторы сообщают о несколько более высоких значениях содержания клетчатки в зерне амаранта [12, 13].

Содержание минеральных элементов отражено в параметре зольность. Содержание минеральных веществ в зерне амаранта колеблется в пределах от 1,22% с.в-в. до 2,78 % с.в-в., что говорит о высоком содержании минеральных веществ в зерне.

Выводы. Анализируя полученные данные по содержанию основных нутриентов в нативном зерне амаранта можно отметить, что амарант как и все злаковые культуры относится к группе крахмалистого сырья, так как усвояемые углеводы в нём в основном представлены крахмалом. Амарант характеризуется высоким содержанием белка, а также отмечается высоким уровнем содержания липидов и минеральных элементов.

Заключение. Расширение линейки отечественной специализированной безглютеновой продукции, в том числе за счет использования новых видов глютена не содержащего сырья, 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 [14, 15].

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 [15].

Крайне 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.

Источник финансирования Научно-исследовательская работа выполнена за счёт субсидий на выполнение государственного задания в рамках программы Фундаментальных научных исследований государственной академии наук на 2019-2021, тема № 0529-2019-0065 «Разработка специализированных безглютеновых зерновых смесей с амарантом для питания детей с непереносимостью глютена».

Вклад автора

Все авторы ответственны за идеи исследования и в равной степени участвовали в написании данной статьи.

Благодарности

Авторы выражают благодарность лаборатории качества продуктов и аналитических методов исследования НИИПП и СПТ – филиал ФГБНУ «ФИЦ питания и биотехнологии» за проведение анализов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Всероссийский консенсус по диагностике и лечению целиакии у детей и взрослых \ Russian consensus on the diagnosis and treatment of celiac disease in children and adults Принят на 42-й Научной сессии ЦНИИГ (2–3 марта 2016 г.);
2. Бельмер С. В. Эпидемиология целиакии: факты и выводы // Лечащий врач. 2013. № 1. С. 16–19.
3. Myleus A, Ivarsson A, Webb C, et al. Celiac disease revealed in 3% of Swedish 12-year-olds born during an epidemic. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2009;49:170-6
4. The Spectrum of Differences between Childhood and Adulthood Celiac Disease Rachele Ciccocioppo, Peter Kruzliak, Giuseppina C. Cangemi, Miroslav Pohanka, Elena Betti, Eugenia Lauret, Luis Rodrigo *Nutrients*. 2015 Oct; 7(10): 8733–8751. Published online 2015 Oct 22. doi: 10.3390/nu7105426
5. Bergamo P., Maurano F., Mazzarella G., Iaquinto G., Vocca I., Rivelli A. R., et al. Immunological evaluation of the alcohol-soluble protein fraction from gluten-free grains in relation to celiac disease. *Mol Nutr Food Res*. (2011) 55:1266–70. 10.1002/mnfr.201100132;
6. Бавыкина И. А., Звягин А. А., Мирошниченко Л. А., Гусев К. Ю., Жаркова И. М. Эффективность продуктов из амаранта в безглютеновом питании детей с непереносимостью глютена // *Вопр. питания*. 2017. № 2. С. 91-99. doi: 10.24411/0042-8833-2017-00038;
7. Высочина Г. И. Амарант (*amaranthus l.*): химический состав и перспективы использования(обзор) / *Химия растительного сырья*. 2013. № 2. С. 5-14;
8. Mota C., Santos M., Mauro R., Samman N., Matos A.S., Torres D., Castanheira I. Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food Chem*. 2016;193:55–61. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.11.043;
9. Ranhotra G.S., Gelroth J.A., Glaser B.K., Lorenz K.J., Johnson D.L. Composition and protein nutritional quality of quinoa. *Cereal. Chem*. 1993;70:303–305;
10. Navruz-Varli S., Sanlier N. Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *J. Cereal Sci*. 2016;69:371–376. doi: 10.1016/j.jcs.2016.05.004;
11. Öhlund K., Olsson C., Hernell O., Öhlund I. Dietary shortcomings in children on a gluten-free diet. *J. Hum. Nutr. Diet*. 2010;23:294–300. doi: 10.1111/j.1365-277X.2010.01060.x.;
12. Composition, Protein Profile and Rheological Properties of Pseudocereal-Based Protein-Rich Ingredients Loreto Alonso-Miravalles, James A. O'Mahony *Foods*. 2018 May; 7(5): 73. Published online 2018 May 7. doi: 10.3390/foods7050073;
13. 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;49:219–224. doi: 10.1016/j.jcs.2008.10.003;
14. 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
15. 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.

REFERENCES

1. Vserossiyskiy konsensus po diagnostike i lecheniyu tseliakii u detey i vzroslykh \ Russian consensus on the diagnosis and treatment of celiac disease in children and adults Prinyat na 42-y Nauchnoy sessii TSNIIG (2–3 marta 2016 g.);
2. Bel'mer S. V. Ehpide-miologiya tseliakii: fakty i vyvody // Lechashchiy vrach. 2013. № 1. S. 16–19.
3. Myleus A., Ivarsson A., Webb C., et al. Celiac disease revealed in 3% of Swedish 12-year-olds born during an epidemic. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2009;49:170-6
4. The Spectrum of Differences between Childhood and Adulthood Celiac Disease Rachele Ciccocioppo, Peter Kruzliak, Giuseppina C. Cangemi, Miroslav Pohanka, Elena Betti, Eugenia Lauret, Luis Rodrigo *Nutrients*. 2015 Oct; 7(10): 8733–8751. Published online 2015 Oct 22. doi: 10.3390/nu7105426
5. Bergamo P., Maurano F., Mazzarella G., Iaquinto G., Vocca I., Rivelli A. R., et al. Immunological evaluation of the alcohol-soluble protein fraction from gluten-free grains in relation to celiac disease. *Mol Nutr Food Res*. (2011) 55:1266–70. 10.1002/mnfr.201100132;
6. Zavykina I. A., Zvyagin A. A., Miroshnichenko L. A., Gusev K. Yu., Zharkova I. M. Ehhfektivnost' produktov iz amaranta v bezglyutenovom pitanii detey s neperenosimost'yu glyutena // *Vopr. pitaniya*. 2017. № 2. S. 91-99. doi: 10.24411/0042-8833-2017-00038;
7. Vysochina G. I. Amarant (*amaranthus l.*): khimicheskiy sostav i perspektivy ispol'zovaniya(obzor) / *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*. 2013. № 2. S. 5-14;
8. Mota C., Santos M., Mauro R., Samman N., Matos A.S., Torres D., Castanheira I. Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food Chem*. 2016;193:55–61. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.11.043;
9. Ranhotra G.S., Gelroth J.A., Glaser B.K., Lorenz K.J., Johnson D.L. Composition and protein nutritional quality of quinoa. *Cereal. Chem*. 1993;70:303–305;

10. Navruz-Varli S., Sanlier N. Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) J. Cereal Sci. 2016;69:371–376. doi: 10.1016/j.jcs.2016.05.004;
11. Öhlund K., Olsson C., Hernell O., Öhlund I. Dietary shortcomings in children on a gluten-free diet. J. Hum. Nutr. Diet. 2010;23:294–300. doi: 10.1111/j.1365-277X.2010.01060.x;
12. Composition, Protein Profile and Rheological Properties of Pseudocereal-Based Protein-Rich Ingredients Loreto Alonso-Miravalles, James A. O'Mahony Foods. 2018 May; 7(5): 73. Published online 2018 May 7. doi: 10.3390/foods7050073;
13. 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;49:219–224. doi: 10.1016/j.jcs.2008.10.003;
14. Urubkov S. A., Khovanskaya S. S., Dremina N. V., Smirnov S. O. Grain-based products for baby food Voprosy detskoj dietologii. 2018. T. 16. № 4. S. 67-72. DOI: 10.20953/1727-5784-2018-4-67-72
15. Urubkov S. A., Khovanskaya S. S., Pyr'eva E. A., Georgieva O. V. Razrabotka retseptur produktov dlya detskogo pitaniya na zernovoy osnove s primeneniem plodovoovoshchnykh i yagodnykh komponentov // Innovatsionnye tekhnologii proizvodstva i khraneniya material'nykh tselestey dlya gosudarstvennykh nuzhd. 2018. № 10 (10). S. 276-284.

ОБ АВТОРАХ

Урубков Сергей Александрович, канд. техн. наук, старший научный сотрудник отдела детского и диетического питания, «Научно-исследовательский институт пищевого концентрата промышленности и специальной пищевой технологии» - филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», 142718, Россия, Московская область, Ленинский район, поселок Измайлово, 22, тел.: +7(495) 383-58-74

Urubkov Sergey Alexandrovich, Cand. Tech. Sci., Senior Researcher, Department of Baby and Diet Nutrition, “Scientific Research Institute of Food Concentrate Industry and Special Food Technology” - Branch of the Federal State Budgetary Institution Nutrition, Biotechnology and Food Safety, 22, Izmailovo, Leninsky district, Moscow region, 142718, Russia, tel.: +7 (495) 549-38-20, e-mail: glen.vniiz@gmail.com

Хованская Светлана Сергеевна, канд. техн. наук, зав. отделом детского и диетического питания, «Научно-исследовательский институт пищевого концентрата промышленности и специальной пищевой технологии» - филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», 142718, Россия, Московская область, Ленинский район, поселок Измайлово, 22, тел.: +7(495) 383-58-74

Khovanskaya Svetlana Sergeevna, Cand. Tech. Sciences, Head of Department of Children's and Diet Nutrition, “Research Institute of the Food Concentrate Industry and Special Food Technology” - branch of the Federal State Budgetary Institution for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, 22, Izmailovo, Leninsky district, Moscow region Russia, 142718, Russia, tel.: +7 (495) 383-58-74, e-mail: khosveserg@yandex.ru

Смирнов Станислав Олегович, канд. техн. наук, зам. директора по научной работе «Научно-исследовательский институт пищевого концентрата промышленности и специальной пищевой технологии» - филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи» 142718, Россия, Московская область, Ленинский район, поселок Измайлово, 22, тел.: +7(495) 383-58-74

Smirnov Stanislav Olegovich, Cand. Tech. Sciences, Deputy Director, «Scientific Research Institute of Food concentrate Industry and Special Food Technology» - branch «Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology and Food safety», 22, Izmailovo, Leninsky district, Moscow region Russia, 142718, Russia, tel.: +7 (495) 549-38-20, e-mail: glen.vniiz@gmail.com

Дата поступления в редакцию: 22.02.2019 г.

После рецензирования: 04.03.2019 г.

Дата принятия к публикации: 09.04.2019 г.