УДК 664.7

DOI 10.29141/2500-1922-2020-5-4-9

Сравнительное содержание минеральных веществ в безглютеновых культурах

С.А. Урубков^{1*}, С.С. Хованская¹, С.О. Смирнов¹¹Научно-исследовательский институт пищекоцентрализованной промышленности и специальной пищевой технологии – филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Российская Федерация, *e-mail: glen.vniiz@gmail.com**Ключевые слова:**

амарант;
безглютеновая
продукция;
гречиха;
зерновые смеси;
непереносимость
глютена;
продукты детского
питания на зерновой
основе;
сбалансированная
диета

Реферат

Эффективность лечения непереносимости глютена напрямую зависит от соблюдения больными безглютеновой диеты, которую они нередко нарушают вследствие ограниченного ассортимента рекомендуемых продуктов и блюд. В первую очередь это касается детей. Особую актуальность приобрела разработка новых видов безглютеновой продукции с использованием нетрадиционного зернового сырья, что позволяет расширить рацион питания как по показателю пищевой ценности, так и вкусового разнообразия. Преимущественно за счет снижения поступления продуктов на зерновой основе у детей наблюдаются дефицит таких важных минеральных веществ, как калий, магний, селен и т. д. Содержащиеся в зерновых минеральные элементы важны для растущего организма ребенка, поскольку они участвуют во многих важных биохимических процессах. Целью данной работы являлось определение содержания минеральных веществ (Ca, Mg, K, Na, P, Fe, Cu, Zn, Mn, Se, Co, Pb, Ni, Mo, Cd, As, Hg) в гречневой и амарантовой муке, а также в продуктах, полученных из смесей муки данных культур. Согласно полученным данным о содержании макро- и микроэлементов в безглютеновых продуктах, значительную часть минеральных веществ в рассматриваемых образцах муки составляет калий: 371 мг/100 г – для амарантовой муки и 405 мг/100 г – для гречневой муки. Высокое содержание магния обнаружено в гречневой (239,9 мг/100 г) и амарантовой (202,5 мг/100 г) муке. Низкое содержание кальция отмечено в обоих исследуемых образцах: 69,0 мг/кг в амарантовой и 62,0 мг/кг в гречневой муке. Амарантовая мука превосходит гречневую по содержанию таких микроэлементов, как медь (319 мкг/100 г), цинк (2495 мкг/100 г) и селен (515,4 мкг/100 г). Гречневая мука содержит больше фосфора (263,3 мг/100 г), калия (405,9 мг/100 г), магния (239,9 мг/100 г), меди (334 мкг/100 г) по сравнению с амарантовой мукой. Согласно полученным результатам амарантовую и гречневую муку можно классифицировать как хорошие источники селена – 515,4 и 404,0 мкг/100 г соответственно. Содержание минеральных веществ в блинчиках, приготовленных из смесей амарантовой муки и муки нативной гречневой, уменьшилось в пределах 3,0–23,0 % от их содержания в исходной муке. Расчет рекомендуемой суточной потребности показал, что употребление порции блинчиков (45 г) детьми школьного возраста позволит удовлетворить их суточную потребность, %, в среднем: в магнии – на 35,3; в калии – на 9,5; в железе – на 26,4; в меди – на 19,6; в селене – на 27,7.

Финансирование: Научно-исследовательская работа проведена за счет средств субсидии на выполнение Государственного задания в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2019–2021 гг. (тема 0529-2019-0065 «Разработка специализированных безглютеновых зерновых смесей с амарантом для питания детей с непереносимостью глютена»).

Благодарности: Авторы выражают благодарность лаборатории качества продуктов и аналитических методов исследования НИИПП и СПТ – филиала ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» за проведение анализов.

Для цитирования: Урубков С.А., Хованская С.С., Смирнов С.О. Сравнительное содержание минеральных веществ в безглютеновых культурах // Индустрия питания | Food Industry. 2020. Т. 5, № 4. С. 60–67. DOI: 10.29141/2500-1922-2020-5-4-9

Дата поступления статьи: 1 октября 2020 г.

Comparative Mineral Content in Gluten-Free Grain

Sergey A. Urubkov^{1*}, Svetlana S. Khovanskaya¹, Stanislav O. Smirnov¹

¹Research Institute of the Food Concentrate Industry and Special Food Technology – Branch of the Federal Research Center of the Nutrition Biotechnology and Food Safety, *e-mail: glen.vniiz@gmail.com

Keywords:

amaranth;
gluten-free products;
buckwheat;
grain mixes;
gluten intolerance;
grain-based baby
food products;
balanced diet

Abstract

The effectiveness of treating gluten intolerance directly depends on the patient adherence to a gluten-free diet, which they often violate due to the limited range of recommended foods and dishes. First of all, this applies to children. The development of new types of gluten-free products using non-traditional grain raw materials has become particularly relevant, giving the possibility to expand the diet both in terms of nutritional value and taste diversity. Mainly due to the intake decrease of grain-based products, children are lack of such important minerals as potassium, magnesium, selenium, etc. The mineral elements contained in cereals are important for the growing child body, since they are involved in many important biochemical processes. The article purpose is to determine the minerals (Ca, Mg, K, Na, P, Fe, Cu, Zn, Mn, Se, Co, Pb, Ni, Mo, Cd, As, Hg) content in buckwheat and amaranth flour, as well as in products obtained from flour mixtures of these cultures. According to the obtained data on the macro- and microelements content in gluten-free products, a significant part of the minerals in the considered flour samples is potassium: 371 mg/100 g – for amaranth flour and 405 mg/100 g – for buckwheat flour. High magnesium content was in buckwheat (239.9 mg/100 g) and amaranth (202.5 mg/100 g) flour. There was a low calcium content in both samples: 69.0 mg/kg in amaranth and 62.0 mg/kg in buckwheat flour. Amaranth flour is superior to buckwheat in the content of trace elements such as copper (319 mcg/100 g), zinc (2495 mcg/100 g) and selenium (515.4 mcg/100 g). Buckwheat flour contains more phosphorus (263.3 mg/100 g), potassium (405.9 mg/100 g), magnesium (239.9 mg/100 g), and copper (334 mcg/100 g) than amaranth flour. According to the results obtained, amaranth and buckwheat flour can be classified as good sources of selenium – 515.4 and 404.0 mcg/100 g, respectively. The mineral substances content in pancakes made from mixtures of amaranth flour and native buckwheat flour decreased within 3.0–23.0 % of their content in the original flour. The calculation of the recommended daily requirement showed that consuming pancakes portion (45 g) by school-age children meet their daily need, %, on average: in magnesium – by 35.3; in potassium – by 9.5; in iron – by 26.4; in copper – by 19.6; in selenium – by 27.7.

Funding: The research was carried out at the expense of a grant to fulfill a State task within the Basic Research Program framework of the State Academies of Sciences for 2019–2021 (topic 0529-2019-0065 “Development of Specialized Gluten-Free Grain Mixtures with Amaranth for Children Nutrition with Gluten Intolerance”).

Acknowledgements: The authors express their gratitude to the laboratory of product quality and analytical research methods of the Research Institute of the Food Concentrate Industry and Special Food Technology – Branch of the Federal Research Center of the Nutrition Biotechnology and Food for conducting the analyses.

For citation: Sergey A. Urubkov, Svetlana S. Khovanskaya, Stanislav O. Smirnov. Comparative Mineral Content in Gluten-Free Grain. *Индустрия питания*/Food Industry. 2020. Vol. 5, No. 4. Pp. 60–67. DOI: 10.29141/2500-1922-2020-5-4-9

Paper submitted: October 1, 2020

Введение

До конца XX века целиакия считалась крайне редким заболеванием, и поэтому долгое время не были изучены ни ее этимология, ни патогенез. Важным этапом в развитии диагностики и лечения стало открытие Д. Шуппана и его команды высокочувствительного маркера, сделавшее возможным массовый скрининг населения. По результатам их исследования, считавшаяся

ранее редким заболеванием исключительно детского возраста непереносимость глютена признана одним из самых распространенных, генетически детерминированных состояний [1; 2].

Последние исследования показали, что по уровню распространенности непереносимость глютена намного превышает общепринятый уровень заболеваемости целиакией, что, по гру-

бым подсчетам, оценивается как 6,0 % общей численности населения [3; 4]. Реальное число страдающих непереносимостью глютена может быть гораздо больше из-за сложной диагностики данного заболевания, обусловленной отсутствием специфических биомаркеров, чувствительных к глютену.

В настоящее время единственным способом лечения пищевой непереносимости глютена, в том числе целиакии, является строгая пожизненная безглютеновая диета.

Токсическое действие глютена на организм человека не ослабевает при обработке белков – денатурации или ферментативном гидролизе до пептидов, что является причиной полного отказа от употребления продуктов из злаковых культур, содержащих глютен, а также продуктов, которые содержат «скрытый» глютен, применяемый в составе пищевой добавки. Эффективность лечения напрямую зависит от соблюдения пациентом, особенно больными детьми, безглютеновой диеты, которая нередко нарушается вследствие ограниченного ассортимента рекомендуемых продуктов и блюд [5; 6].

Преимущественно за счет снижения поступления продуктов на зерновой основе у детей наблюдаются дефицит белков и жиров растительного происхождения, пищевых волокон (клетчатки), а также витаминов группы В и таких важных минеральных веществ, как К, Mg, Se и др. Недостаток потребления данных компонентов питания вызывает нарушения в физическом развитии ребенка [6; 7].

Содержащиеся в зерновых культурах минеральные элементы важны для растущего организма, поскольку участвуют во всех биохимических процессах – окислительно-восстановительных реакциях, свободнорадикальном окислении, дифференцировке, росте тканей и т. д. Они также необходимы для биосинтеза биологически активных веществ, участвуют в метаболизме, влияют на активность ферментов (как часть каталитических центров ряда ферментов или конкурентный ингибитор ферментов) и белков-переносчиков [8].

Рисовая и кукурузная мука – основные ингредиенты, используемые для производства безглютеновой зерновой продукции; в мире, из них производится более 85,0 % всей продукции. Продукция из рисовой и кукурузной муки обладает высокой энергетической ценностью, но имеет низкое содержание полноценного белка, полиненасыщенных жирных кислот, макро- и микроэлементов, пищевых волокон.

Гречиха также является безглютеновой культурой, широко распространенной в России, характеризуется высокой пищевой и биологической

ценностью; служит источником растительного белка, липидов, пищевых волокон и витаминов В₁, В₂, РР, В₆, Е, фолатина и холина, минеральных веществ, Mg, К, Р, Fe, Cu и др.; обладает уникальными качествами, обусловленными наличием в ней ряда соединений с антиоксидантными свойствами, что дает возможность производить безглютеновые продукты с низким гликемическим индексом [9]. Однако ассортимент безглютеновой продукции с использованием гречневой муки весьма ограничен.

Задача исследования состояла не только в том, чтобы расширить ассортимент продуктов с приемлемым уровнем глютена (менее 20 мг/кг), но и улучшить их питательные свойства за счет обеспечения сбалансированности рациона по всем заменимым и незаменимым пищевым факторам. Данную задачу возможно решить, используя в компонентном составе разрабатываемых продуктов гречиху, а также нетрадиционное для России сырье – амарант.

Амарант не содержит глютен; при этом количество белка с полным набором аминокислот в нем примерно на 30,0 % выше, чем у традиционных зерновых культур. Белок амаранта богат незаменимыми аминокислотами – лизином, изолейцином, метионином, треонином, триптофаном, лейцином, которых в нем содержится в несколько раз больше, чем в пшенице, рисе, овсе и кукурузе. Амарант богат липидами, β-каротином, витаминами, минеральными веществами и пищевыми волокнами. Для амаранта характерно высокое содержание таких минеральных веществ, как К, Mg, Se. Кроме того, по результатам мировых исследований, амарант представляет собой источник биологически активных соединений, обладающих антиоксидантными и антимикробными свойствами, а также антидиабетическим, антигиперлипидемическим и антигиперхолестеринемическим эффектами [10; 11].

В настоящее время в справочниках химического состава пищевых продуктов, используемых в России, отсутствуют обобщенные данные по содержанию макро- и микроэлементов в зерне амаранта. Это можно объяснить тем, что изучением данной культуры отечественные ученые занялись лишь недавно.

В связи с вышеизложенным исследование содержания минеральных веществ представляет собой важный аспект разработки специализированных безглютеновых зерновых смесей с использованием амаранта для питания детей с непереносимостью глютена [12].

Цель работы – определение содержания макро- и микроэлементов в гречневой и амарантовой муке, а также в продуктах (например, в блинчиках), полученных из смеси муки данных культур.

Объекты и методы исследования

В исследовании применялись:

- мука амарантовая 1-го сорта, ТУ 9293-004-77872064-2011 (сорт «Воронежский», Воронежская обл.);

- гречневая мука. В промышленных масштабах вырабатывается как из пропаренной крупы, т. е. подвергнутой гидротермической обработке, так и из нативной (непропаренной) крупы. Процесс обработки зерна, включающий в себя пропаривание с последующей сушкой и охлаждением, приводит к ухудшению нутриентного состава крупы в отличие от нативной, в которой основные нутриенты и витамины сохранены. Поэтому в исследовании применялась крупа гречневая нативная (ГОСТ Р 55290-2012, сорт 1-й, Алтайский край).

Мука из нативной гречневой крупы вырабатывалась путем измельчения на лабораторной мельнице Retsch ZM-1 крупы гречневой непропаренной по технологии помола сортовой муки из крупяных культур. Крупность получаемой муки контролировали ситами № 045 по ТУ 14-4-1374 (остаток не более 5,0 %) и № 43 ПА-70 по ГОСТ 4403 (проход не менее 50,0 % согласно ТУ 9293-005-00932169-96).

При приготовлении блинчиков использовали смеси из муки амарантовой и муки из нативной гречневой крупы. Смесь из данных видов муки брали в соотношениях 1:3 (рецептура № 1) и 1:1 (рецептура № 2) соответственно. Мучные

смеси получали путем смешивания компонентов в миксере лабораторном Gastromix B5.

Для определения содержания минеральных веществ в образцах согласно ГОСТ Р 56372-2015 применяли метод атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией с модификатором матрицы палладий азотнокислый на атомно-абсорбционном спектрофотометре Hitachi 180-80.

Определяли:

- токсичные элементы (Cd, As, Pb) – согласно ГОСТ 26929-94;

- Pb – на приборе «Юлия 5К» согласно МИ 2878-2004;

- Р – согласно ГОСТ 51420-99.

В образцах проводили определение содержания минеральных веществ после их мокрой минерализации в азотной и хлорной кислоте путем добавления перекиси водорода и этанола с целью перевода селена из неорганических и органических форм в селенит-ион.

Для анализа зерна амаранта опытным путем установили массу навески – около 3 г. Определение содержания проводили в трех повторностях.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследования получены данные о содержании макро- и микроэлементов в амарантовой и гречневой муке, а также в блинчиках, приготовленных из их смеси (см. таблицу). Также в таблице представлены усредненные данные из

Содержание макро- и микроэлементов в разных видах муки
и в продукте, приготовленном из их смеси – блинчиках

Macro- and Micronutrients Content in Different Types of Flour and Products Made from Their Mixes – the Pancakes

Показатель	Мука				Блинчики	
	Амарантовая	Из нативной гречневой муки	Рисовая	Кукурузная	Рецептура № 1	Рецептура № 2
Содержание макроэлементов, мг/100 г сухого вещества						
Кальций (Ca)	69,0 ± 12	62,0 ± 11	21,5	17,5	51,1 ± 2	50,3 ± 3
Магний (Mg)	202,5 ± 11	239,9 ± 7	112,7	93,8	181,6 ± 5	210,6 ± 8
Калий (K)	371,3 ± 13	405,9 ± 11	289,4	315,1	331,6 ± 10	344,1 ± 9
Натрий (Na)	2,60 ± 0,3	2,53 ± 0,4	27,50	25,54	2,47 ± 0,7	2,36 ± 0,6
Фосфор (P)	182,0 ± 8	263,3 ± 7	186,4	120,4	342,2 ± 7	212,6 ± 6
Железо (Fe)	7,50 ± 0,4	7,09 ± 0,3	1,98	2,38	6,97 ± 0,3	7,05 ± 0,4
Содержание микроэлементов, мкг/100 г сухого вещества						
Медь (Cu)	319 ± 8	334 ± 7	230,2	254,2	344 ± 15	353 ± 12
Цинк (Zn)	2495 ± 153	2076 ± 102	2450	1735	2149 ± 52	2241 ± 48
Марганец (Mn)	2793 ± 52	2068 ± 25	4013	460	2108 ± 13	2210 ± 14
Селен (Se)	515,4 ± 28	404,0 ± 19	96,8	254,3	290,4 ± 19	325,0 ± 24
Кобальт (Co)	16 ± 2	15 ± 3	–	–	4 ± 1	3 ± 0,5
Никель (Ni)	39 ± 3	76 ± 4	–	–	59 ± 8	64 ± 9
Молибден (Mo)	79 ± 4	92 ± 5	–	–	63 ± 12	58 ± 16

литературных источников¹ о содержании минеральных веществ в рисовой и кукурузной муке [9].

Получены следующие результаты: содержание калия в амарантовой муки – 371 мг/100 г, в гречневой муке – 405 мг/100 г. Более высокое содержание магния и фосфора при сравнении с амарантовой мукой показала гречневая мука – 239,9 и 263,3 мг/100 г. Содержание данных макроэлементов в амарантовой муке – 202,5 и 182,0 мг/100 г соответственно. Низкое содержание кальция в исследуемых образцах является характерным для зерновых культур. Содержание железа, мг/100 г: в амарантовой муке – 7,50; в муке из нативной гречневой муки – 7,09; причем данный уровень содержания железа является высоким для зерновых культур и превышает аналогичные значения в рисе и кукурузе.

Амарант и гречиха в целом превосходят сравнимые безглютеновые культуры по содержанию макроэлементов, за исключением натрия. Амарантовая мука превосходит другие рассматриваемые образцы по содержанию таких микроэлементов, как селен (515,4 мкг/100 г), медь (319 мкг/100 г) и цинк (2 495 мкг/100 г).

Некоторые авторы также характеризуют амарант как сырье с высоким содержанием минеральных веществ [13; 14]. Содержание отдельных минеральных веществ в муке из непропаренной гречневой муки сопоставимо с их количеством в амарантовой муке. Гречневая мука содержит немного больше калия (405,9 мг/100 г), магния (239,9 мг/100 г), а также меди (334 мкг/100 г).

Немаловажную биологическую роль для организма играет селен, с его антиоксидантными и иммуномодулирующими свойствами. Селен участвует в окислительно-восстановительных процессах, реакциях дыхательной цепи, пентозофосфатном цикле, цикле лимонной кислоты

и перекисном окислении липидов, регуляции клеточного роста и апоптоза, секреции и метаболизме тиреоидных гормонов, в иммунных процессах [15].

Полученные данные показывают, что амарантовую и гречневую муку можно классифицировать как богатые источники селена – 515,4 и 404,0 мкг/100 г соответственно. Высокое содержание селена прослеживается и в продукции из смесей данных культур, что перспективно в отношении их использования в качестве сырья при производстве безглютеновой продукции с высоким содержанием селена, такой как кондитерские и хлебобулочные изделия [16].

Содержание токсичных веществ в исследуемых продуктах находилось на следовом уровне: кадмий – от 1,8 до 2,1 мкг/100 г; мышьяк – от 1,4 до 2,5 мкг/100 г; ртуть – от 0,26 до 0,38 мкг/100 г. Содержание свинца находилось в диапазоне от 253 до 378 мкг/100 г, что не превышает допустимую норму его содержания в продуктах переработки зерновых культур и продукции из них.

Анализ выпечки показал, что тепловая обработка обусловила снижение концентрации отдельных минеральных веществ в готовом продукте. Содержание минеральных веществ в блинчиках, приготовленных из смесей амарантовой муки и муки нативной гречневой, уменьшилось с 3,0 до 23,0 %.

На основании содержания минеральных веществ в готовых изделиях произведен расчет уровня удовлетворения рекомендуемой суточной потребности (РСП) в макро- и микроэлементах на примере потребления блинчиков из амарантовой и гречневой муки детьми школьного возраста (см. рисунок).

Среднесуточная потребность в минеральных веществах для детского организма принята согласно Нормам физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных

Степень удовлетворения рекомендуемой суточной потребности в минеральных веществах для детей школьного возраста (на примере потребления блинчиков)
Satisfaction Degree of the Recommended Daily Mineral Requirements for School-Age Children (for Example, Pancakes Consumption)

групп населения Российской Федерации¹. Исходя из рекомендуемого среднесуточного набора продуктов потребление крупяных изделий для детей школьного возраста составляет 45 г/сут.²

Результаты показали, что употребление порции блинчиков (45 г) детьми школьного возраста позволит удовлетворить суточную потребность организма, в среднем, %: в магнии – на 35,3; в калии – на 9,5; в фосфоре – на 19,0; в железе – на 26,4; в меди – на 19,6; в селене – на 27,7. Низкое содержание натрия в анализируемом сырье обусловило низкий процент удовлетворения РСП готового продукта.

Наконец, необходимо отметить высокий уровень удовлетворения РСП организма селеном. Применение амаранта и гречихи в безглютеновых продуктах позволит восполнить дефицит селена, а также других жизненно важных микро- и макроэлементов.

Несмотря на невысокую степень усвоения железа из растительного сырья (в среднем 10,0 % общего количества), его потребление в составе разработанных продуктов будет оказывать влияние на удовлетворение потребности детского

организма в железе, учитывая безглютеновую диету и нежелание потреблять рыбные и мясные блюда – источники «гемового» железа.

Выводы

Безглютеновые продукты с включением непропаренной гречихи и амаранта, предназначенные для детей с непереносимостью глютена, являются новыми для российского рынка.

Результаты показали, что амарантовая мука и мука из непропаренной гречневой крупы богаты селеном, калием, магнием, железом и медью. Изученные образцы по содержанию всех рассматриваемых макроэлементов, за исключением натрия, превосходят рис и кукурузу.

Отсутствие требований к усвояемости пищевых веществ создает трудности при расчете пищевой ценности в процессе разработки новых продуктов. При этом расчет удовлетворения РСП в макро- и микроэлементах на примере потребления детьми школьного возраста блинчиков из амарантовой и гречневой муки показал высокий уровень удовлетворения организма в магнии, калии, железе, меди, селене.

С учетом содержания минеральных веществ амаранта и гречихи разработка специализированной продукции с их включением, безусловно, открывает новые перспективы для формирования безглютеновых рационов питания и будет способствовать расширению вкусового разнообразия и улучшению обеспеченности нутриентами больных с различными формами непереносимости глютена.

Библиографический список

1. Reilly, N.R.; Green, P.H.R. Epidemiology and Clinical Presentations of Celiac Disease. *Seminars in Immunopathology*. 2012. Vol. 34, Iss. 4. Pp. 473–478. DOI:10.1007/s00281-012-0311-2.
2. Sapone, A.; Bai, J.C.; Ciacci, C.; Dolinsek, J.; Green, P.H.; Hadjivassiliou, M.; Fasano, A., et al. Spectrum of Gluten-Related Disorders: Consensus on New Nomenclature and Classification. *BMC Medicine*. 2012. Vol. 10. Article Number: 13. DOI:10.1186/1741-7015-10-13.
3. Bizzaro, N.; Tozzoli, R.; Villalta, D.; Fabris, M.; Tonutti, E. Cutting-Edge Issues in Celiac Disease and in Gluten Intolerance. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*. 2016. Vol. 42, Iss. 3. Pp. 279–287. DOI:10.1007/s12016-010-8223-1.
4. Nejad, M.R.; Karkhane, M.; Marzban, A., et al. Gluten Related Disorders. *Gastroenterology and Hepatology from Bed to Bench*. 2012. Vol. 5. Suppl. 1. Pp. S1–S7.
5. Парфенов А.И., Маев И.В., Баранов А.А., Бакулин И.Г., Сабельникова Е.А., и др. Всероссийский консенсус по диагностике и лечению целиакии у детей и взрослых // Альманах клинической медицины. 2016. Т. 66, No. 6. С. 661–688. DOI: 10.18786/2072-0505-2016-44-6-661-688.

Bibliography

1. Reilly, N.R.; Green, P.H.R. Epidemiology and Clinical Presentations of Celiac Disease. *Seminars in Immunopathology*. 2012. Vol. 34, Iss. 4. Pp. 473–478. DOI:10.1007/s00281-012-0311-2.
2. Sapone, A.; Bai, J.C.; Ciacci, C.; Dolinsek, J.; Green, P.H.; Hadjivassiliou, M.; Fasano, A., et al. Spectrum of Gluten-Related Disorders: Consensus on New Nomenclature and Classification. *BMC Medicine*. 2012. Vol. 10. Article Number: 13. DOI:10.1186/1741-7015-10-13.
3. Bizzaro, N.; Tozzoli, R.; Villalta, D.; Fabris, M.; Tonutti, E. Cutting-Edge Issues in Celiac Disease and in Gluten Intolerance. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*. 2016. Vol. 42, Iss. 3. Pp. 279–287. DOI:10.1007/s12016-010-8223-1.
4. Nejad, M.R.; Karkhane, M.; Marzban, A., et al. Gluten Related Disorders. *Gastroenterology and Hepatology from Bed to Bench*. 2012. Vol. 5. Suppl. 1. Pp. S1–S7.
5. Parfenov, A.I.; Maev, I.V.; Baranov, A.A.; Bakulin, I.G.; Sabel'nikova, E.A. i dr. Vserossiiskii Konsensus po Diagnostike i Lecheniyu Celiakii u Detei i Vzroslykh [All-Russian Consensus on the Diagnosis and Treatment of Celiac Disease in Children and Adults]. *Al'manah Klinicheskoi Mediciny*. 2016. T. 66, No. 6. Pp. 661–688. DOI: 10.18786/2072-0505-2016-44-6-661-688.

6. Бельмер С.В. Эпидемиология целиакии: факты и выводы // Лечащий врач. 2013. № 1. С. 16–19.
7. Тутельян В.А., Конь И.Я. Детское питание: руководство для врачей. М.: Медицинское информационное агентство, 2017.
8. Коровина Н.А., Захарова И.Н., Заплатников А.Л., Обыкновенная Е.Г. Коррекция дефицита витаминов и микроэлементов у детей // Медицинский совет. 2013. № 8. С. 94–98.
9. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справочник. М.: ДеЛи принт, 2007.
10. Caselato-Sousa, V.M.; Amaya-Farfán, J. State of Knowledge on Amaranth Grain: A Comprehensive Review. *Journal of Food Science*. 2012. Vol. 77, No. 4. Pp. R93–R104. DOI:10.1111/j.1750-3841.2012.02645.x.
11. Martinez-Lopez, A.; Millan-Linares, M.C.; Rodriguez-Martin, N.M.; Millan, F., Montserrat-de la Paz, S. Nutritional Value of Kiwicha (*Amaranthus Caudatus* L.). *Journal of Functional Foods*. 2020. Vol. 65. Article Number: 103735. DOI:10.1016/j.jff.2019.103735.
12. Urubkov, S.A.; Khovanskaya, S.S.; Dremina, N.V.; Smirnov, S.O. Grain-Based Products for Baby Food. *Voprosy Detskoi Dietologii*. 2018. Vol. 16, No. 4. Pp. 67–72. DOI: 10.20953/1727-5784-2018-4-67-72.
13. Kiewlicz, J.; Rybicka, I. Minerals and Their Bioavailability in Relation to Dietary Fiber, Phytates and Tannins from Gluten and Gluten-Free Flakes. *Food Chemistry*. 2019. Vol. 305. Article Number: 125452. DOI: 10.1016/j.food-chem.2019.125452.
14. Высочина Г.И. Амарант (*Amaranthus L.*): химический состав и перспективы использования (обзор) // Химия растительного сырья. 2013. № 2. С. 5–14. DOI: 10.14258/jcprn.1302005.
15. Тутельян В.А., Княжев В.А., Хотимченко С.А., Голубкина Н.А., Кушлинский Н.Е., Соколов Я.А. Селен в организме человека: метаболизм, антиоксидантные свойства, роль в канцерогенезе: монография. М.: ПАН, 2002. С. 224.
16. Urubkov, S.A.; Khovanskaya, S.S.; Smirnov, S.O. Amaranth as a source of selenium in a gluten-free diet // Вопросы детской диетологии. 2019. Vol. 17, No. 3. С. 42–46. DOI: 10.20953/1727-5784-2019-3-42-46.
6. Belmer, S.V. Epidemiologiya Celiakii: Fakty i Vyvody [Epidemiology of Celiac Disease: Facts and Conclusions]. *Lechashchii Vrach*. 2013. No. 1. Pp. 16–19.
7. Tutelyan, V.A.; Kon, I.Ya. Detskoe Pitaniye: Rukovodstvo dlya Vrachey [Baby Food: a Guide for Doctors]. M.: Medicinskoe Informacionnoe Agentstvo, 2017.
8. Korovina, N.A.; Zaharova, I.N., Zaplatnikov, A.L., Obynochnaya, E.G. Korrekciya Deficita Vitaminov i Mikroelementov u Detei [Correction of Vitamin and Trace Element Deficiency in Children]. *Medicinskii Sovet*. 2013. No. 8. Pp. 94–98.
9. Skurihin, I.M.; Tutelyan, V.A. Tablicy Himicheskogo Sostava i Kalorinosti Rossiiskih Produktov Pitaniya [Tables of Chemical Composition and Calorific Value of Russian Food Products]: Spravochnik. M.: DeLi Print, 2007.
10. Caselato-Sousa, V.M.; Amaya-Farfán, J. State of Knowledge on Amaranth Grain: A Comprehensive Review. *Journal of Food Science*. 2012. Vol. 77, No. 4. Pp. R93–R104. DOI:10.1111/j.1750-3841.2012.02645.x.
11. Martinez-Lopez, A.; Millan-Linares, M.C.; Rodriguez-Martin, N.M.; Millan, F., Montserrat-de la Paz, S. Nutritional Value of Kiwicha (*Amaranthus Caudatus* L.). *Journal of Functional Foods*. 2020. Vol. 65. Article Number: 103735. DOI:10.1016/j.jff.2019.103735.
12. Urubkov, S.A.; Khovanskaya, S.S.; Dremina, N.V.; Smirnov, S.O. Grain-Based Products for Baby Food. *Voprosy Detskoi Dietologii*. 2018. Vol. 16, No. 4. Pp. 67–72. DOI: 10.20953/1727-5784-2018-4-67-72.
13. Kiewlicz, J.; Rybicka, I. Minerals and Their Bioavailability in Relation to Dietary Fiber, Phytates and Tannins from Gluten and Gluten-Free Flakes. *Food Chemistry*. 2019. Vol. 305. Article Number: 125452. DOI: 10.1016/j.food-chem.2019.125452.
14. Vysochina, G.I. Amaranth (*Amaranthus L.*): Himicheskii Sostav i Perspektivy Ispol'zovaniya (Obzor) [Amaranth (*Amaranthus L.*): Chemical Composition and Prospects of Use (Review)]. *Himiya Rastitel'nogo Syr'ya*. 2013. No. 2. Pp. 5–14. DOI: 10.14258/jcprn.1302005.
15. Tutelyan, V.A.; Knyazhev, V.A.; Hotimchenko, S.A.; Golubkina, N.A.; Kushlinskii, N.E.; Sokolov, Ya.A. Selen v Organizme Cheloveka: Metabolizm, Antioksidantnye Svoistva, Rol' v Kancerogeneze [Selenium in Human Body: Metabolism, Antioxidant Properties, Role in Carcinogenesis]: Monografiya. M.: RAMN, 2002. P. 224.
16. Urubkov, S.A.; Khovanskaya, S.S.; Smirnov, S.O. Amaranth as a Source of Selenium in a Gluten-Free Diet. *Voprosy Detskoi Dietologii*. 2019. Vol. 17, No. 3. С. 42–46. DOI: 10.20953/1727-5784-2019-3-42-46.

Информация об авторах / Information about Authors

**Урубков
Сергей Александрович**
Urubkov,
Sergey Aleksandrovich

Тел./Phone: +7 (495) 383-14-01
E-mail: glen.vniiz@gmail.com

*Кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела детского и диетического питания
Научно-исследовательский институт пищевого концентратной промышленности и специальной пищевой технологии – филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»
142718, Россия, Московская обл., Ленинский р-н, пос. Измайлово, 22*

*Candidate of Technical Science, Senior Research Officer of the Children and Dietary Nutrition Department
Research Institute of the Food Concentrate Industry and Special Food Technology – Branch of the Federal Research Center of the Nutrition Biotechnology and Food Safety
142718, Russian Federation, Moscow Region, Leninsky district, Izmailovo, 22*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2292-8649>

**Хованская
Светлана Сергеевна**
Khovanskaya,
Svetlana Sergeevna

Тел./Phone: +7 (495) 383-58-74
E-mail: khosveserg@yandex.ru

*Кандидат технических наук, заведующий отделом детского и диетического питания
Научно-исследовательский институт пищекопцентратной промышленности
и специальной пищевой технологии – филиал ФГБУН «ФИЦ питания,
биотехнологии и безопасности пищи»*

142718, Россия, Московская обл., Ленинский р-н, пос. Измайлово, 22

*Candidate of Technical Science, Head of the Children and Dietary Nutrition Department
Research Institute of the Food Concentrate Industry and Special Food Technology – Branch
of the Federal Research Center of the Nutrition Biotechnology and Food Safety*

142718, Russian Federation, Moscow Region, Leninsky district, Izmailovo, 22

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2334-5242>

**Смирнов
Станислав Олегович**
Smirnov,
Stanislav Olegovich

Тел./Phone: +7 (495) 549-38-20
E-mail: sts_76@bk.ru

*Кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе
Научно-исследовательский институт пищекопцентратной промышленности
и специальной пищевой технологии – филиал ФГБУН «ФИЦ питания,
биотехнологии и безопасности пищи»*

142718, Россия, Московская обл., Ленинский р-н, пос. Измайлово, 22

*Candidate of Technical Science, Deputy Director
Research Institute of the Food Concentrate Industry and Special Food Technology – Branch
of the Federal Research Center of the Nutrition Biotechnology and Food Safety*

142718, Russian Federation, Moscow Region, Leninsky district, Izmailovo, 22

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8073-1238>