ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-513-521
УДК 633.1:664.8

Оригинальная статья
http://fptt.ru/

Исследование минерального и аминокислотного состава пророщенного и консервированного зерна пшеницы

М. Л. Зенькова

УО «Белорусский государственный экономический университет», 220070, Республика Беларусь, г. Минск, пр. Партизанский, 26

e-mail: mariya_lz@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 16.09.2019
Дата принятия в печать: 15.11.2019

© М. Л. Зенькова, 2019

Аннотация.
Введение. Проращивание зерна считается одним из способов, который улучшает пищевую ценность и функциональные свойства зерна. С целью изучения влияния технологической обработки на качество готового продукта проведены исследования по содержанию минеральных веществ и аминокислотному составу в зерне пшеницы до проращивания, после проращивания и в консервах из пророщенного зерна пшеницы.
Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследований использовалось зерно мягкой пшеницы, пророщенное зерно пшеницы и консервы из пророщенного зерна пшеницы (подготовленное зерно пророщенной пшеницы 55 %; заливка – 45 %, содержащая 4,5 % сахара и 3,5 % соли). Содержание минеральных веществ определяли методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на атомно-эмиссионном спектрометре Optima 2100 DV (США). Аминокислотный состав определяли на жидкостном хроматографе Agilent 1200 (США).
Результаты и их обсуждение. В 100 г консервированного пророщенного зерна содержится около 15 % марганца от суточной потребности, 12 % хрома (III), 8,4 % меди, 8,3 % цинка. Показана высокая биологическая ценность белков пророщенной пшеницы, содержащих 20,6 % незаменимых аминокислот. Среди заменимых аминокислот высокое содержание пролина (958,4 мг/100 г) и глютаминовой кислоты (2456,4 мг/100 г). Коэффициент различий аминокислотного скора составляет 71,9 %, потенциальная биологическая ценность белка – 28,1 %.
Выводы. Пророщенные зерна, имея в своем составе определенный набор минеральных веществ и определенный аминокислотный состав, могут быть использованы как для разработки консервов из пророщенного зерна пшеницы, так и для приготовления блюд общественного питания. Изучение влияния технологической обработки зерна пророщенной пшеницы на минеральный состав готового продукта установило, что потери минеральных веществ составляют от 45 до 85 %. Пророщенное зерно пшеницы следует комбинировать с продуктами, содержащими большое количество лизина и треонина.

Ключевые слова. Пшеница мягкая, пророщенное зерно, консервы, минеральные вещества, аминокислотный состав, незаменимые аминокислоты

Для цитирования: Зенькова, М. Л. Исследование минерального и аминокислотного состава пророщенного и консервированного зерна пшеницы / М. Л. Зенькова // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 4. – С. 513–521. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-513-521.

Original article

Available online at http://fptt.ru/eng

Mineral and Amino Acid Composition of Germinated and Canned Wheat Grains

M.L. Zenkova

Belarus State Economic University, 26, Partizanski Ave., Minsk, 220070, Republic of Belarus

e-mail: mariya_lz@mail.ru

Received: September 16, 2019
Accepted: November 15, 2019

© M.L. Zenkova, 2019

Abstract.
Introduction. Grain germination can improve the nutritional value and functional properties of grain. The research featured the effect of technological processing on the quality of the finished product as in the case of natural, germinated, and canned wheat grains.

A set of experiments was conducted to define the mineral substances and amino acid composition as factors that affect the chemical composition of a product during its production.
Study objects and methods. The research featured soft wheat grain, germinated wheat grain, and canned germinated wheat grain. The latter consisted of 55% of pre-treated germinated wheat grain and 45% of filling, which contained 4.5% of sugar and 3.5% of salt. The content of mineral substances was determined by atomic-emission spectrometry with inductively coupled plasma using an atomic-emission spectrometer Optima 2100 DV (USA). The amino acid composition was determined using a liquid chromatograph Agilent 1200 (USA).
Results and discussion. 100 grams of canned germinated grain contained about 15% of daily manganese, 12% of chromium (III), 8.4% of copper, and 8.3% of zinc. Canned germinated wheat demonstrated a high biological protein value and contained 20.6% of essential amino acids. As for amino acids, canned germinated wheat grains had a high content of proline (958.4 mg/100 g) and glutamic acid (2456.4 mg/100 g). The characteristics of the nutritional value of canned protein from germinated wheat grains included amino acid rate, amino acid feedstock difference coefficient (AAFDC), and potential biological value (PBV). The proteins of canned germinated wheat appeared inferior in their amino acid composition and contained insufficient amounts of lysine and threonine. The coefficient of differences in amino acid scores was 71.9%, while the potential biological value of the protein was 28.1%.
Conclusion. Germinated grains have a certain set of minerals and amino acids in their composition. Therefore, they can be used to develop canned foods or dishes for public catering industry. The effect of technological processing on the mineral composition of the finished product resulted in the loss of mineral substances from 45 to 85%. Moreover, germinated wheat should be combined with products that are rich in lysine and threonine.

Keywords. Soft wheat, germinated grain, canned food, minerals, amino acid composition, essential amino acids

For citation: Zenkova ML. Mineral and Amino Acid Composition of Germinated and Canned Wheat Grains. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(4):513–521. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-513-521.

Введение

Существует большой спрос среди потребителей на зерно для проращивания и на продукты, изготовленные из него. Пророщенные зерна являются основой для производства многих видов продуктов питания, а также используются для лечебного (диетического) и лечебно-профилактического питания [1–3]. Следует отметить, что, в зависимости от вида и условий проращивания, меняется химический состав зерна [3–7].

Целью работы является изучение минерального и аминокислотного состава зерна пшеницы до проращивания и после проращивания, а также консервированного продукта, полученного из пророщенного зерна пшеницы.

Белки играют в питании человека важную роль, так как являются главной составной частью всех органов и тканей организма. Белки не синтезируются в организме человека из других пищевых веществ, и поэтому должны постоянно поступать с пищей. По содержанию незаменимых аминокислот белки растительного происхождения значительно уступают белкам животного происхождения. Однако злаковые культуры, в том числе и пшеница, прямо или косвенно обеспечивают организм человека пищевым белком (около 75 %).

Минеральные вещества относятся к жизненно необходимым компонентам питания и обеспечивают поддержание гомеостаза. Дефицит минеральных веществ в организме приводит к различным нарушениям обмена веществ и заболеваниям. Минеральные вещества формируют ткани, участвуют во всех видах обмена веществ, поддерживают осмотическое давление в клетках и межклеточных жидкостях, обеспечивают кислотно-щелочное равновесие в организме, активируют гормоны, витамины, ферменты, способствуют кроветворению.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследований использовалось зерно мягкой пшеницы (ТУ РБ 600024008.093-2004 «Зерно для проращивания. Технические условия»), пророщенное зерно пшеницы и консервы из пророщенного зерна пшеницы. Исследования консервов из пророщенного зерна пшеницы проводились с отделением жидкой части (заливки). Замачивание и проращивание зерна осуществлялось в питьевой воде в течение 48 ч при температуре 18 ± 2 °С. При замачивании и проращивании воду меняли на свежую каждые 5–6 часов. Зерно для аэрации перемешивали, выдерживая воздушную паузу в течение 20 минут. Влажность зерна в конце проращивания составляла 44,4 ± 1,0 %, размер ростков – 2,0 ± 0,5 мм. Пророщенные зерна пшеницы использовались для консервирования. Оптимальные условия подготовки зерна пшеницы для проращивания были определены в нашей предыдущей работе [8]. Общая схема консервирования пророщенного зерна пшеницы представлена на рисунке 1.

Исследования проводились в период с 2015 по 2019 гг. на кафедре товароведения продовольственных товаров Белорусского государственного экономического университета. Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью программы Microsoft Excel.

Содержание минеральных веществ определяли методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой по МУК 4.1.1482-2003 «Определение содержания химических элементов в

Рис. 1 Общая схема производства консервов из пророщенного зерна пшеницы

Figure 1. General scheme for the production of canned germinated wheat grains

диагностируемых биосубстратах, поливитаминных препаратах с микроэлементами, в биологически активных добавках к пище и в сырье для их изготовления методом атомной эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой» на атомно-эмиссионном спектрометре Optima 2100 DV (США). Аминокислотный состав определяли по МВИ.МН 1363-200 «Метод по определению аминокислот в продуктах питания с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии» на жидкостном хроматографе Agilent 1200 (США).

Качество белка консервированного пророщенного зерна пшеницы оценивали путем сравнения его аминокислотного состава с аминокислотным составом «идеального» белка с помощью расчета аминокислотного скора (c_i, %) по формуле:

$$c_i = \frac{A_i}{A_i^0} \times 100 \quad (1)$$

где A_i – содержание i-й незаменимой аминокислоты в белке изучаемого образца, мг/100 г белка;

A_i^0 – содержание i-й незаменимой аминокислоты в идеальном белке (эталоне), мг/100 г белка.

Избыточное количество незаменимых аминокислот, не используемых на пластические нужды, определяли коэффициентом различия аминокислотных скоров (*КРАС*, %) по формуле:

$$КРАС = \frac{\sum \Delta РАС}{n} \quad (2)$$

где *ΔРАС* – разность аминокислотного скора для каждой незаменимой аминокислоты по сравнению с одной из наиболее дефицитных;

n – число незаменимых аминокислот.

Коэффициент *КРАС* показывает среднюю величину избытка аминокислотного скора незаменимых аминокислот, по сравнению с наименьшем уровнем скора какой-либо незаменимой аминокислоты, так как избыточное количество незаменимых аминокислот не используется на пластические нужды.

По величине *КРАС* оценивали потенциальную биологическую ценность (ПБЦ, %) продукта по формуле:

$$ПБЦ = 100 - КРАС \quad (3)$$

Если в данном белке все незаменимые аминокислоты находятся в необходимых пропорциях, то потенциальная биологическая ценность такого белка равна 100.

Результаты и их обсуждение

Хотя прорастание было известно в течение очень долгого времени, в основном в восточных странах, в последние годы проросшие зерна

стали очень популярными и получили широкое распространение в качестве продукта для здорового питания. Многие исследования ученых посвящены разработке продуктов из пророщенного зерна, а также разработке продуктов с добавлением пророщенного зерна с целью повышения их пищевой ценности и расширения ассортимента [9–13]. Химический состав растительного сырья, в том числе пророщенного зерна, оказывает влияние на состав пищевого рациона человека. Пророщенные зерна пшеницы без дополнительной обработки мало пригодны для использования в пищу, а при обработке пророщенного зерна происходят потери питательных веществ. С целью изучения влияния технологической обработки на качество готового продукта нами проведены исследования по аминокислотному составу и содержанию минеральных веществ в зерне пшеницы до проращивания, после проращивания и в консервах из пророщенного зерна пшеницы.

Для обеспечения здоровья человека содержание в рационе минеральных веществ должно поддерживаться на уровне, соответствующем физиологическим потребностям человека. Потребность человека в эссенциальных минеральных веществах варьируется в пределах от нескольких микрограммов до почти одного грамма в день. Недостаточное потребление этих веществ в течение определенного периода времени приводит к развитию их дефицита, и наоборот, избыточно высокое потребление может вызвать токсикоз. Однако на химический состав, в том числе минеральный состав зерна пшеницы, влияет много разных факторов: генетически обусловленные факторы, условия выращивания, агротехнические особенности и другие. Минеральные вещества не обладают энергетической ценностью, но без них жизнь человека невозможна, так как они участвуют в важных обменных процессах организма – водно-солевом и кислотно-щелочном. В отличие от витаминов и аминокислот минеральные вещества не разлагаются при воздействии высоких температур, окислителей, кислот, щелочей и других факторов. Наиболее важным фактором, приводящим к потерям минеральных веществ, является подготовка пророщенного зерна для консервирования. Во время проращивания минеральные вещества выделяются и становятся доступными для усвоения организмом человека [14]. Содержание минеральных веществ в пшенице до проращивания и после проращивания, а также нормы физиологической потребности в минеральных веществах представлены в таблице 1.

Содержание минеральных веществ в зернах пшеницы не высокое. Их хватает чтобы удовлетворять потребности человека, что также согласуется с исследованиями других ученых [14, 16, 17]. Анализ таблицы 1 позволяет говорить о том, что содержание кальция в пшенице до проращивания было очень мало, а содержание железа составляло примерно от 12 % до 35 % от суточной потребности. Следует отметить достаточно высокое содержание калия, марганца, магния, меди, цинка и хрома. По сравнению с продуктами животного происхождения большинство продуктов растительного происхождения, в том числе и зерна пшеницы, являются лучшим источником калия. Поэтому они могут быть основой калиевой диеты, применяемой при ряде заболеваний. Зерно пшеницы можно назвать источником марганца, который является кофактором в пируваткарбоксилазе и супероксиддисмутазе. Супероксиддисмутаза относится к группе антиоксидантных ферментов и вместе с каталазой и другими антиоксидантными ферментами защищает организм человека от образующихся кислородных радикалов. Исследование влияния процесса проращивания на содержание минеральных веществ показало,

Таблица 1. Содержание минеральных веществ в зерне пшеницы до проращивания и после проращивания (в 100 г зерна)

Table 1. Mineral content in the wheat grain before germination and after germination (per 100 g of grain)

Показатели	Зерно пшеницы до проращивания	Зерно пшеницы после проращивания	Суточная потребность (18–59 лет)*
Кальций, мг	32,2	34,6	1000
Магний, мг	114,0	68,3	400
Калий, мг	355,5	174,0	2500
Марганец, мг	3,6	2,1	2
Железо, мг	3,5	2,2	10 мужчины 18 женщины
Медь, мг	0,201	0,181	1
Цинк, мг	2,7	1,9	12
Хром (III), мкг	14	10	50
Бор, мг	0,076	0,050	
Алюминий, мг	0,308	0,304	
Натрий, мг	1,1	2,2	

*Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь [15]

что после проращивания зерна пшеницы в нем уменьшилось содержание магния, калия, марганца, железа, цинка, хрома, бора в 1,7; 2,0; 1,7; 1,6; 1,4; 1,4; 1,5 раза соответственно. Содержание натрия после проращивания зерна увеличилось в 2 раза, уровни кальция и алюминия существенно не изменились. Содержание магния в пророщенной пшенице составляет примерно 17 % от суточной потребности. Его роль очень важна, т. к. он участвует в формировании костей, регуляции работы нервной ткани, в обмене углеводов и энергетическом обмене. Медь входит в состав многих ферментов. Без нее невозможен синтез эндорфинов – гормонов, снижающих болевые ощущения, и гормоноподобных веществ – простагландинов, регулирующих артериальное давление, ритмичность работы сердца, процессы заживления ран [18]. Содержание меди в пророщенном зерне составляет 18 % от суточной потребности.

Изучению аминокислотного состава зерна пшеницы, а также изменению аминокислотного состава в результате обработки посвящен ряд работ, в которых имеются некоторые противоречия по содержанию лимитирующих аминокислот [19, 20]. При прорастании пшеничного зерна содержащиеся в нем белковые вещества подвергаются гидролизу протеолитическими ферментами до аминокислот и пептидов, которые используются для построения новых тканей ростка и необходимого обмена веществ. Можно предположить, что различные способы проращивания зерна пшеницы и методики определения аминокислотного состава неоднозначно характеризуют полученные данные. В результате исследований установлено, что в зерне пшеницы до проращивания и после проращивания содержались все незаменимые аминокислоты, которые необходимы для развития человека, и в процентном отношении составляют соответственно 21,3 % и 20,6 % (табл. 2). Среди заменимых аминокислот отмечено высокое содержание пролина и глютаминовой кислоты. Их сумма составила примерно 3 г в 100 г белка пророщенных зерен пшеницы. Уменьшение общего количества аминокислот при замачивании и проращивании происходит из-за их выщелачивания.

В современных условиях основной задачей производителей пищевой продукции является обеспечение потребителей высококачественной продукцией, привлекательной с органолептической точки зрения, которую им захотелось бы приобрести. Консервы из пророщенного зерна пшеницы имеют сладковатый вкус, напоминающий вкус сладкой кукурузы с легким дубящим послевкусием. Консервы из пророщенного зерна пшеницы использовались в разработке блюд для общественного питания [21]. При переработке пророщенного зерна в готовый продукт содержание минеральных веществ зависит от рецептуры и от технологии производства.

Таблица 2. Аминокислотный состав зерна пшеницы до проращивания и после проращивания (мг на 100 г)

Table 2. Amino acid composition of wheat grain before germination and after germination (mg per 100 g)

Показатели	Зерно пшеницы до проращивания	Зерно пшеницы после проращивания
Незаменимые аминокислоты	2154,6	1325,3
в том числе:		
валин	250,2	163,0
изолейцин	165,0	111,5
лейцин	684,1	415,5
лизин	218,0	120,4
метионин	123,8	75,0
треонин	116,7	72,3
триптофан	105,0	60
фенилаланин	491,8	307,6
Заменимые аминокислоты	7953,7	5115,5
в том числе:		
аланин	404,7	268,6
аргинин	470,9	265,4
аспарагиновая кислота	598,3	309,4
гистидин	31,6	26,7
глицин	465,2	281,0
глютаминовая кислота	3993,8	2456,4
пролин	1098,0	958,4
серин	591,8	352,1
тирозин	246,3	166,3
цистин	53,1	31,2
Общее количество аминокислот	10108,3	6440,8

В промышленных условиях были изготовлены опытные образцы консервов из пророщенного зерна пшеницы по следующей рецептуре: подготовленное зерно пророщенной пшеницы 55 %, заливка – 45 %. В заливке содержалось 4,5 % сахара и 3,5 % соли. Консервы в стеклянной упаковке хранились в течение 24 месяцев. В таблице 3 представлены результаты исследований минерального состава консервов из пророщенного зерна пшеницы.

Пророщенное зерно пшеницы содержит мало натрия (табл. 1). Основное его поступление в организм человека происходит за счет поваренной соли, внесенной при производстве консервов из пророщенного зерна пшеницы, и составляет 640, 5 мг на 100 г. Из таблиц 1 и 3 видно, что количество калия значительно снизилось при переработке пророщенного зерна пшеницы. Поскольку многие минеральные вещества хорошо растворимы в воде, можно предполагать, что процесс замачивания зерна и проращивание с последующим бланшированием в воде оказывают влияние на потери этих соединений.

Таблица 3. Содержание минеральных веществ в консервах из пророщенного зерна пшеницы (в 100 г продукта)

Table 3. Mineral content in canned germinated wheat grain (per 100 g)

Показатель	Консервы из пророщенного зерна пшеницы	Суточная потребность
Кальций, мг	19,0	1000
Магний, мг	19,6	400
Калий, мг	51,2	2500
Марганец, мг	0,3	2
Железо, мг	0,77	10 мужчины 18 женщины
Медь, мг	0,084	1
Цинк, мг	1,0	12
Хром (III), мкг	6	50
Бор, мг	0,013	
Алюминий, мг	0,406	
Натрий, мг	640,5	

Экспериментальные исследования показали, что для калия потери составили более 50 %. Это объясняется присутствием калия в пищевых продуктах в виде свободного иона. В 100 г консервированного пророщенного зерна содержалось в среднем около 15 % марганца от суточной потребности, 12 % хрома (III), 8,4 % меди, 8,3 % цинка (табл. 3).

Качество пищевого белка определяется его биологической ценностью и усвояемостью. Биологическая ценность зависит от содержания и соотношения входящих в состав белков незаменимых аминокислот и отражает степень соответствия аминокислотного состава белка потребностям организма человека. Консервы подвергались тепловой обработке, что также сказывается на качестве белка. В таблице 4 представлены результаты исследований аминокислотного состава консервов из пророщенного зерна пшеницы. Показано, что в консервах из пророщенного зерна пшеницы не содержится гистидина. Общее количество аминокислот уменьшилось, по сравнению с зерном пшеницы после проращивания, в связи с бланшированием зерна в воде. В результате растворимые в воде белки теряются с бланшировочными водами. Также при стерилизации и последующем хранении в течение 24 месяцев консервированного пророщенного зерна пшеницы происходят реакции неферментативного потемнения с участием сахаров и азотсодержащих соединений с образованием меланоидинов. Также белки консервированной пророщенной пшеницы являются неполноценными по своему аминокислотному составу и содержат недостаточное количество лизина и треонина. Качественная оценка белка заключается в том, что чем меньше значение коэффициента различий аминокислотного скора (*КРАС*), который в идеале должен стремиться к 0, тем лучше сбалансированы незаменимые аминокислоты и тем рациональнее они могут быть использованы организмом человека. Для консервированного пророщенного зерна рассчитан коэффициент различий аминокислотного скора (*КРАС* = 71,9 %) и потенциальная биологическая ценность белка (28,1 %). Установлено, что белок пророщенного зерна пшеницы характеризуется низкой биологической активностью, так как потенциальная биологическая ценность сильно отличается от 100. Сбалансированность незаменимых аминокислот у консервированного пророщенного зерна пшеницы оказалась на низком уровне.

Таблица 4. Аминокислотный состав консервов из пророщенного зерна пшеницы (мг на 100 г)

Table 4. Amino acid composition of canned germinated wheat grain (mg per 100 g)

	Консервированное пророщенное зерно пшеницы	Аминокислотный образец ФАО/ВОЗ
Незаменимые аминокислоты	565,3	360
в том числе:		
валин	57,6	50
изолейцин	43,3	40
лейцин	168,7	70
лизин	44,4	55
метионин + цистин	36,7	35
треонин	32,0	40
триптофан	12,1	10
фенилаланин + тирозин	170,5	60
Заменимые аминокислоты	1773,2	
в том числе:		
аланин	96,5	
аргинин	108,2	
аспарагиновая кислота	133,2	
гистидин	не обнаружено	
глицин	121,6	
глютаминовая кислота	843,0	
пролин	337,2	
серин	133,5	
Общее количество аминокислот	2338,5	
Лимитирующая аминокислота, скор, %	лизин (80,7 %), треонин (80,0 %)	

Выводы

В последнее десятилетие наблюдается рост использования пророщенных зерен в рационе человека и увеличение научных публикаций, касающихся их питательных свойств и химического состава. Положительное мнение потребителей о пророщенных зернах привело к появлению новых продуктов питания. Поэтому знание химического состава пророщенных зерен пшеницы и изменений в процессе переработки очень важно для понимания

влияния на питательные свойства пищевых продуктов.

Минеральные вещества присутствуют в консервированном пророщенном зерне в небольших количествах. Несмотря на то что свойства многих минеральных соединений пищи изучены недостаточно, их поведение в пищевой системе можно спрогнозировать, используя знание принципов неорганической, органической, физической химии и биохимии. Среди минеральных веществ в пророщенном зерне пшеницы следует отметить достаточно высокое содержание калия (174 мг/100 г), марганца (2,1 мг/100 г), магния (68,3 мг/100 г), меди (0,181 мг/100 г), цинка (1,9 мг/100 г) и хрома (III) (6 мкг/100 г). Изучение влияния технологической обработки зерна пророщенной пшеницы на минеральный состав готового продукта установило, что потери минеральных веществ составляют от 45 до 85 %. В 100 г консервированного пророщенного зерна содержится около 15 % марганца от суточной потребности, 12 % хрома (III), 8,4 % меди и 8,3 % цинка. В зерне пшеницы после проращивания содержатся все незаменимые аминокислоты. В процентном отношении составляют 20,6 %. Среди заменимых аминокислот высокое содержание пролина (958,4 мг/100 г) и глютаминовой кислоты (2456,4 мг/100 г). Белки консервированной пророщенной пшеницы являются неполноценными по своему аминокислотному составу и содержат недостаточное количество лизина и треонина. Коэффициент различий аминокислотного скора составляет 71,9 %, потенциальная биологическая ценность белка – 28,1 %. Следовательно, чтобы все незаменимые аминокислоты находились в необходимых пропорциях пророщенное зерно пшеницы следует комбинировать с продуктами, содержащими большое количество лизина и треонина.

Полученные экспериментальные результаты по пророщенному зерну пшеницы и консервированному пророщенному зерну пшеницы могут дополнить базы данных химического состава пищевых продуктов.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Список литературы

1. Оценка эффективности использования хлеба, изготовленного из пророщенного зерна, в диетотерапии больных пожилого возраста с сердечно-сосудистыми заболеваниями / А. В. Погожева, С. А. Дербенева, Е. К. Байгарин [и др.] // Вопросы питания. – 2006. – Т. 75, № 5. – С. 45–48.

2. Пономарева, Е. И. Хлеб из биоактивированного зерна пшеницы повышенной пищевой ценности / Е. И. Пономарева, Н. Н. Алехина, И. А. Бакаева // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85, № 2. – С. 116–121.

3. Sprouted grains: A comprehensive review / P. Benincasa, B. Falcinelli, S. Lutts [et al.] // Nutrients. – 2019. – Vol. 11, № 2. DOI: https://doi.org/10.3390/nu11020421.

4. The use of the biologically activated grain is in technology of health products / G. A. Simahina, S. A. Bazhay-Zhezherun, T. I. Mykoliv [et al.] // East European Scientific Journal. – 2016. – № 9. – P. 147–153.

5. Чижикова, О. Г. Использование продуктов переработки зерна пшеницы для мясных рубленых полуфабрикатов геродиетического назначения / О. Г. Чижикова, К. В. Нижельская, Л. О. Коршенко // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. – 2017. – Т. 84, № 4. – С. 123–131. DOI: https://doi.org/10.24866/2311-2271/2017-4/123-131.

6. Науменко, Н. В. Интенсификация процесса проращивания зерна, используемого для производства хлеба, и его влияние на качество готовых изделий / Н. В. Науменко, И. Ю. Потороко, И. В. Калинина // Индустрия питания. – 2019. – Т. 4, № 1. – С. 47–54.

7. Effects of germination on nutritional composition of waxy wheat / P. van Hung, T. Maeda, S. Yamamoto [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2012. – Vol. 92, № 2. – P. 667–672. DOI: https://doi.org/10.1002/jsfa.4628.

8. Зенькова, М. Л. Подготовка зерна пшеницы при разработке технологии консервов «Вторые обеденные блюда» / М. Л. Зенькова, Д. А. Бабич // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 2. – С. 46–53. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-46-53.

9. Писарева, Е. В. Исследование и разработка технологии мороженного с пророщенным зерном ржи: автореф. дис. … канд. тенх. наук: 05.18.04 / Писарева Елена Владимировна. – Кемерово, 2004. – 20 с.

10. Шнейдер, Д. Макаронные изделия из цельносмолотого и пророщенного зерна пшеницы / Д. Шнейдер // Хлебопродукты. – 2010. – № 8. – С. 46–47.

11. Леонова, С. Разработка технологии национального крупяного продукта из пророщенного зерна / С. Леонова, А. Нигматьянов, М. Фазылов // Хлебопродукты. – 2010. – № 9. – С. 48–49.

12. Веретнова, О. Ю. Разработка рецептуры мясных комбинированных фаршей с использованием пророщенного зерна пшеницы / О. Ю. Веретнова, Т. Н. Сафронова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 109, № 10. – С. 112–115.

13. Урбанчик, Е. Н. Получение продуктов быстрого приготовления на основе пророщенного зерна пшеницы и тритикале / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 7. – С. 24–26.

14. Impact of cereal seed sprouting on its nutritional and technological properties: A critical review / E. Lemmens, A. V. Moroni, J. Pagand [et al.] // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2019. – Vol. 18, № 1. – P. 305–328. DOI: https://doi.org/10.1111/1541-4337.12414.

15. Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь. Санитарные нормы и правила [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://belzakon.net. – Дата доступа: 26.07.2019.

16. Минеральный состав зерна диких сородичей и интрогрессивных форм в селекции пшеницы / Т. В. Савин, А. И. Абугалиева, И. Чакмак [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – Т. 22, № 1. – С. 88–96. DOI: https://doi.org/10.18699/VJ18.335.

17. Бутенко, Л. И. Исследования химического состава пророщенных семян гречихи, овса, ячменя и пшеницы / Л. И. Бутенко, Л. В. Лигай // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4–5. – С. 1128–1133.

18. Комплексная оценка органических форм эссенциальных микроэлементовв цинка, меди, марганца и хрома в опытах in vitro и in vivo / С. Н. Зорин, М. Баяржаргал, И. В. Гмошинский [и др.] // Вопросы питания. – 2007. – Т. 76, № 5. – С. 74–79.

19. Соболева, О. М. Изменение биологической ценности зерна озимой пшеницы после СВЧ-обработки / О. М. Соболева, Е. П. Кондратенко // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 37, № 4. – С. 87–94.

20. Биодеструкция белков зернового сырья для получения новых хлебобулочных изделий / Л. В. Римарева, Н. А. Фурсова, Е. Н. Соколова [и др.] // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87, № 6. – С. 67–75. DOI: https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10068.

21. Разработка технологии производства блюд и кулинарных изделий с использованием консервированной продукции из пророщенного зерна / З. В. Василенко, М. Л. Зенькова, О. В. Мацикова [и др.] // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2013. – Т. 14, № 1. – С. 18–23.

References

1. Pogozheva AM, Derbeneva SA, Baygarin EX, Maltsev GYг, Belikov VS. Efficiecy of application assessment of grain bread in diettherapy of patients of elderly ages with cardio vascular diseases. Problems of Nutrition. 2006;75(5):45–48. (In Russ.).

2. Ponomareva EI, Alekhina NN, Bakaeva IA. Bread from the bioactivated wheat grain with the raised nutrition value. Problems of Nutrition. 2016;85(2):116–121. (In Russ.).

3. Benincasa P, Falcinelli B, Lutts S, Stagnari F, Galieni A. Sprouted grains: A comprehensive review. Nutrients. 2019;11(2). DOI: https://doi.org/10.3390/nu11020421.

4. Simahina GA, Bazhay-Zhezherun SA, Mykoliv TI, Bereza-Kindzerska LV, Antoniuk MM. The use of the biologically activated grain is in technology of health products. East European Scientific Journal. 2016;(9):147–153.

5. Chizhikova OG, Nizhelskaya KV, Korshenko LO. Use of wheat grain processing products for meat chopped semi-finished products of gerodietetic purposes. The bulletin of the Far Eastern Federal University. Economics and Management. 2017;84(4):123–131. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.24866/2311-2271/2017-4/123-131.

6. Naumenko NV, Potoroko IYu, Kalinina IV. Process intensification of the grain sprouting used for the bread production and its impact on the finished products quality. Food Industry. 2019;4(1):47–54. (In Russ.).

7. van Hung P, Maeda T, Yamamoto S, Morita N. Effects of germination on nutritional composition of waxy wheat. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2012;92(2):667–672. DOI: https://doi.org/10.1002/jsfa.4628.

8. Zenkova ML, Babich DA. Wheat grain preparing for production of conserved food ‘Second course for lunch’. Food Processing: Techniques and Technology. 2018;48(2):46–53. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-46-53.

9. Pisareva EV. Issledovanie i razrabotka tekhnologii morozhennogo s proroshchennym zernom rzhi [Research and development of technology for ice cream with germinated rye grain]. Cand. eng. sci. diss. Kemerovo: Polzunov Altai State Technical University; 2004. 20 p.

10. Shneyder D. Makaronnye izdeliya iz tsel′nosmolotogo i proroshchennogo zerna pshenitsy [Pasta from whole-ground and germinated wheat]. Bread products. 2010;(8):46–47. (In Russ.).

11. Leonova S, Nigmat′yanov A, Fazylov M. Razrabotka tekhnologii natsional′nogo krupyanogo produkta iz proroshchennogo zerna [New technology for a national cereal germinated grain product]. Bread products. 2010;(9):48–49. (In Russ.).

12. Veretnova OYu, Safronova TN. The development of the combined minced meat formulation with the use of the sprouted wheat grain. The Bulletin of KrasGAU. 2015;109(10):112–115. (In Russ.).

13. Urbanchik YeN, Shalyuta AYe. Getting fast food on the basis of sprouted wheat and triticale. Storage and Processing of Farm Products. 2012;(7):24–26. (In Russ.).

14. Lemmens E, Moroni AV, Pagand J, Heirbaut P, Ritala A, Karlen Y, et al. Impact of cereal seed sprouting on its nutritional and technological properties: A critical review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2019;18(1):305–328. DOI: https://doi.org/10.1111/1541-4337.12414.

15. Trebovaniya k pitaniyu naseleniya: normy fiziologicheskikh potrebnostey v ehnergii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Respubliki Belarus′. Sanitarnye normy i pravila [Nutritional nutrition requirements: physiological requirements for energy and nutrients for various population groups of the Republic of Belarus. Sanitary regulations] [Internet]. [cited 2019 Jul 26]. Available from: http://belzakon.net.

16. Savin TV, Abugaliyeva AI, Cakmak I, Kozhakhmetov K. Mineral composition of wild relatives and introgressive forms in wheat selection. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018;22(1):88–96. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.18699/VJ18.335.

17. Butenko LI, Ligaj LV. Researches of the chemical composition of germinated seeds of the buckwheat, oats, barley and wheat. Fundamental research. 2013;(4–5):1128–1133. (In Russ.).

18. Zorin SN, Bayarzhargal M, Gmoshinskiy IV, Mazo VK. Multipurpose assessment of organic forms of essential trace elements: zinc, copper, manganese, chromium in vitro and in vivo experiments. Problems of Nutrition. 2007;76(5):74–79. (In Russ.).

19. Soboleva OM, Kondratenko EP. Variations in biological value of winter wheat grain after SHV processing. Bulletin of NSAU. 2015;37(4):87–94. (In Russ.).

20. Rimareva LV, Fursova NA, Sokolova EN, Volkova GS, Borshova YuA, Serba EM, et al. Biodegradation of proteins of grain raw materials for the production of new bakery products. Problems of Nutrition. 2018;87(6):67–75. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10068.

21. Vasilenko ZV, Zenkova ML, Matsikova OV, Nazarova OO, Bolashenko TN. Development of production technology of meals and culinary productswith the use of canned germinated grain. Vestnik MGUP. 2013;14(1):18–23. (In Russ.).

Сведения об авторах

Зенькова Мария Леонидовна
канд. техн. наук, доцент, заведующая кафедрой товароведения продовольственных товаров, УО «Белорусский государственный экономический университет», 220070, Республика Беларусь, г. Минск, пр. Партизанский, 26, тел.: +375 (17) 209-79-84, e-mail: mariya_LZ@mail.ru
https://orcid.org/0000-0003-3098-981X

Information about the authors

Mariya L. Zenkova
Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Commodity Research of Food Products, Belarus State Economic University, 26, Partizanski Ave., Minsk, 220070, Republic of Belarus, phone: +375 (17) 209-79-84, e-mail: mariya_LZ@mail.ru
https://orcid.org/0000-0003-3098-981X