

УДК 664.68
[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2022-15-2\(56\)-74-79](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2022-15-2(56)-74-79)

Поступила в редакцию 06.05.2022
Received 06.05.2022

Е. М. Моргунова, Ю. А. Шимановская

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь*

СЕНСОРНЫЙ АНАЛИЗ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА НИЗКОБЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. Проведены исследования показателей качества, пищевой ценности, витаминно-минерального и аминокислотного состава новых видов пищевых продуктов специализированного назначения: низкобелковых сухих смесей для выпечки. Определены основные органолептические показатели разработанных низкобелковых продуктов питания. Оценку качества новых видов пищевых продуктов по органолептическим показателям проводили на заседании дегустационной комиссии, результаты были оформлены графически с использованием метода профильного анализа флейвора. Анализ физико-химических исследований показал, что все разработанные специализированные продукты питания не содержат глютен, имеют низкое содержание белка, безопасный уровень содержания фенилаланина и могут быть рекомендованы для диетического питания больных фенилкетонурией, целиакией и острой почечной недостаточностью. Кроме того, в низкобелковых смесях присутствует значительное количество минеральных веществ, таких как калий, фосфор, натрий и магний.

Ключевые слова: целиакия, фенилкетонурия, почечная недостаточность, низкобелковые смеси, кекс, печенье, белок, фенилаланин, глютен, показатели качества.

E. M. Morgunova, Y. A. Shymanouskaya

*RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,
Minsk, Republic of Belarus*

SENSORY ANALYSIS AND QUALITY CONTROL OF LOW-PROTEIN PRODUCTS FOR SPECIALIZED PURPOSES

Abstract. Studies of quality indicators, nutritional value, vitamin-mineral and amino acid composition of new types of specialized food products: low-protein dry mixes for baking have been carried out. The main organoleptic indicators of the developed low-protein foods are determined. The assessment of the quality of new types of food products according to organoleptic indicators was carried out at a meeting of the tasting commission, the results were graphically drawn using the method of profile analysis of flavor. The analysis of physico-chemical studies has shown that all the developed specialized food products do not contain gluten, have a low protein content, a safe level of phenylalanine and can be recommended for dietary nutrition of patients with phenylketonuria, celiac disease and acute renal failure. In addition, low-protein mixtures contain a significant amount of minerals, such as potassium, phosphorus, sodium and magnesium.

Key words: celiac disease, phenylketonuria, renal failure, low-protein mixtures, cupcake, cookies, protein, phenylalanine, gluten, quality indicators.

Введение. Сбалансированное питание — важнейшая составляющая здорового образа жизни человека, обеспечивающая организм необходимыми компонентами, способная также выполнять и лечебную функцию, что особенно актуально в случае нарушений белкового обмена [1, 2]. В настоящее время насчитывается около 60 наследственных заболеваний, связанных с нарушением обмена аминокислот. Наиболее распространенным из них является фенилкетонурия [3, 4].

Фенилкетонурия (ФКУ) — наследственное заболевание группы ферментопатий, связанное с нарушением метаболизма аминокислот, главным образом фенилаланина. Оно сопровождается накоплением фенилаланина и его токсических продуктов, что приводит к тяжелому поражению ЦНС, проявляющемуся, в частности, в виде нарушения умственного развития [5, 6].

Почти 98% всех продуктов, которые употребляют обычные люди, для больных фенилкетонурией являются ядом. Их рацион достаточно скудный, в основном это 5 видов овощей, исключая бобовые,

и аминокислотные смеси. Запрещены к употреблению молочные продукты, мясо, макароны, крупы, хлеб, рыба, яйца [7,8].

Фенилаланин является незаменимой аминокислотой, необходимой для адекватного развития. Установлено, что чем младше ребенок, тем в большем количестве фенилаланина он нуждается, так как, в отличие от взрослых, 40% пищевого фенилаланина у детей первого года жизни расходуется на синтез собственных белков [9].

Во всем мире средний уровень заболеваемости составляет около 1 случая на 10 тыс. новорожденных. Частота заболевания в большинстве стран мира, в которых еще не введена программа скрининга новорожденных, неизвестна. Среди республик постсоветского пространства, по данным неонатального скрининга, наибольшая частота заболевания (1:5578) отмечена в Республике Беларусь и Украине (1:5750). В России заболевание встречается с частотой 1:7122. В Эстонии фенилкетонурия диагностируется у 1 из 8090 новорожденных, в Литве — у 1 из 11 786 110. В Латвии (частота 1:20 000) заболевание встречается в 2,5 реже, чем в Эстонии и в 1,7 раза реже по сравнению с Литвой [10].

На территории Беларуси рынок низкобелковых продуктов до сих пор является свободным, поэтому ассортимент изделий рассматриваемого назначения представлен в основном изделиями импортного производства высокого ценового сегмента. В связи с этим специалистами РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» был разработан ассортимент низкобелковых пищевых продуктов для употребления всеми группами населения. При разработке продуктов основной упор делался на получение продуктов с пониженным содержанием фенилаланина.

Целью работы является исследование показателей качества, пищевой ценности, минерального, витаминного и аминокислотного состава новых видов пищевых продуктов специализированного назначения: низкобелковых сухих смесей для выпечки.

Материалы и методы исследований. Для оценки качества низкобелковых продуктов питания использовали органолептические (органолептические показатели) и измерительные (физико-химические и микробиологические показатели) методы. Отбор проб и проведение испытаний качества готовых изделий осуществляли по ГОСТ 15113.0-77 Концентраты пищевые. Правила приемки, отбор и подготовка проб [11]; ГОСТ 15113.1-77 Концентраты пищевые. Методы определения качества упаковки, массы нетто, объемной массы, массовой доли отдельных компонентов, размера отдельных видов продукта и крупности помола [12]; ГОСТ 15113.3-77 Концентраты пищевые. Методы определения органолептических показателей, готовности концентратов к употреблению и оценки дисперсности суспензии [13].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате работы определены основные органолептические показатели разработанных низкобелковых продуктов питания в соответствии с ГОСТ 15113.3-77 [13]. Это внешний вид, цвет, вкус, запах и консистенция. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Результаты органолептической оценки продуктов сухих низкобелковых
Table 1. Results of organoleptic evaluation of dry low-protein products

Наименование показателя	Смеси сухие низкобелковые для выпечки	Вывод о соответствии требованиям ТНПА
Внешний вид	Сухая сыпучая смесь без посторонних включений	Соответствует
Цвет	От белого до желтого разных оттенков, однородный по всей массе. Цвет смеси соответствует каждому компоненту продукции	Соответствует
Вкус и запах продукта	Запах свойственный запаху применяемого сырья с легким ароматом ванили. Без постороннего привкуса и запаха	Соответствует
Цвет восстановленных продуктов	Свойственный используемым компонентам, без постороннего привкуса	Соответствует
Консистенция восстановленных продуктов	Свойственная одноименным блюдам приготовленным кулинарным способом со вкусом применяемых компонентов без посторонних привкуса и запаха	Соответствует

Из данных, представленных в табл. 1, видно, что по органолептическим показателям представленные на оценку образцы низкобелковых продуктов питания соответствуют требованиям ГОСТ 15113.3-77 [13].

Для проведения оценки уровня качества низкобелковых продуктов питания изготовленные лабораторные образцы были представлены на заседание дегустационной комиссии. Определены критерии оценки качества: внешний вид, вкус, запах, консистенция продуктов. Эксперты располагали показателями качества в определенной последовательности с использованием рангов от 1 до 5. Для установления характера полученных различий между продуктами результаты дегустационной оценки были оформлены графически с использованием метода профильного анализа флейвора (рис. 1).

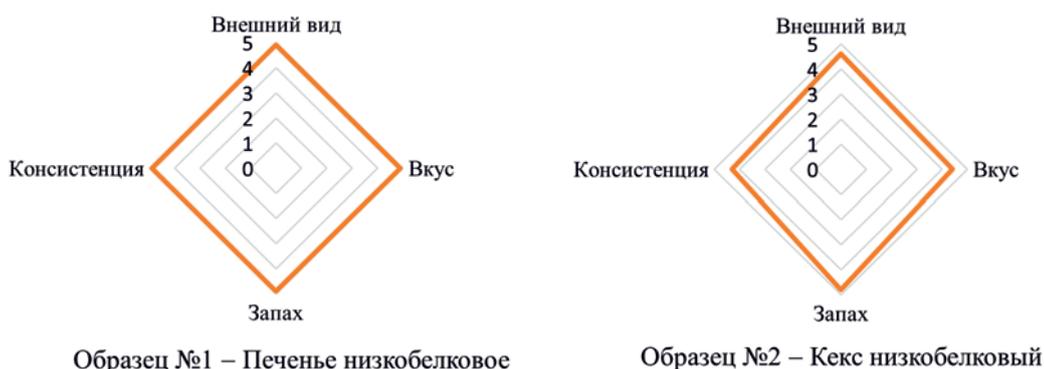


Рис. 1. Органолептическая оценка низкобелковой продукции с использованием метода профильного анализа флейвора

Fig. 1. Organoleptic evaluation of low-protein products using the method of profile analysis of flavor

Все представленные образцы продуктов получили высокие оценки, средний балл по 5-балльной системе для печенья и кекса составил 4,9 и 4,4 соответственно, отмечен сбалансированный состав разработанных продуктов, хорошие органолептические качества и внешний вид продукции.

Таблица 2. Физико-химический состав низкобелковых продуктов питания
Table 2. Physico-chemical composition of low-protein foods

Наименование продукта	Содержание глютена, мг/кг	Массовая доля белка, %	Массовая доля фенилаланина, мг/100 г
Смесь сухая низкобелковая для выпечки печенья	Менее 10	2,15	16,15
Смесь сухая низкобелковая для выпечки кексов	Менее 10	1,47	11,52

В Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» проведены исследования по определению основных физико-химических (массовая доля белка, фенилаланина и глютена) и микробиологических показателей. Результаты исследований отражены в табл. 2 и 3.

Анализ результатов, представленных в табл. 2, показал, что разработанные специализированные продукты питания не содержат глютен, имеют низкое содержание белка, безопасный уровень содержания фенилаланина и могут быть рекомендованы диетического питания больных фенилкетонурией, целиакией и острой почечной недостаточностью.

Таблица 3. Микробиологические показатели низкобелковых продуктов питания
Table 3. Microbiological indicators of low-protein foods

Образцы	КМАФАнМ, КОЕ/г	БГКП	Патогенные микроорганизмы (сальмонеллы)	Дрожжи, КОЕ/г	Плесени, КОЕ/г
Требования к продукции, уст. ТНПА	не более $1,0 \times 10^5$	не допускается в 0,01 г	не допускается в 25,0 г	не более 500	не более 500
Смесь сухая низкобелковая для выпечки печенья	$1,4 \times 10^3$	не обнаружено	не обнаружено	$< 1,0 \times 10$	$< 1,0 \times 10$
Смесь сухая низкобелковая для выпечки кексов	$7,6 \times 10^2$	не обнаружено	не обнаружено	$< 1,0 \times 10$	2×10

Анализ данных, представленных в табл. 3, показал, что микробиологические показатели находятся в пределах допустимых норм, установленных санитарными нормами и правилами [14] и ТР ТС 021/2011 [15].

Для установления безопасности разработанных изделий определяли следующие показатели: токсичные элементы, пестициды и радионуклиды. Исследования проводились в научно-методическом отделе РУП «Научно-практический центр гигиены». Значения показателей безопасности представлены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4. Показатели безопасности низкобелковых продуктов питания
Table 4. Safety indicators of biscuit low-protein foods

Наименование показателя	Требования ТНПА	Смесь сухая низкобелковая для выпечки печенья	Смесь сухая низкобелковая для выпечки кексов
Токсичные элементы, мг/кг:			
Свинец	не более 0,5	не обнаружено	не обнаружено
Мышьяк	не более 0,5	не обнаружено	не обнаружено
Кадмий	не более 0,1	не обнаружено	не обнаружено
Ртуть	не более 0,02	не обнаружено	не обнаружено
Радионуклиды, Бк/кг:			
Цезий — 137	не более 60	менее 5	менее 5
Пестициды, мг/кг:			
Гексахлорциклогексан (альфа, бета, гамма — изомеры)	не более 0,5	не обнаружено	не обнаружено
ДДТ и его метаболиты	не более 0,05	не обнаружено	не обнаружено

Исследования образцов низкобелковой продукции по содержанию токсичных элементов, радионуклидов, пестицидов показали, что они соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 [15].

Определены пищевая и энергетическая ценности исследуемых низкобелковых продуктов питания в сухом виде и в порции восстановленной смеси. Результаты представлены в табл.5.

Т а б л и ц а 5. Значения пищевой и энергетической ценности низкобелковых продуктов питания
Table 5. Values of nutritional and energy value of low-protein foods

Наименование продукта	Белки, г	Фенилаланин, мг	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, кДж/ккал
Смесь сухая низкобелковая для выпечки печенья, 100 г	2,5	90	2,0	77	1420/340
Готовая восстановленная смесь для выпечки печенья, 30 г	0,5	25	0,5	17	320/70
Смесь сухая низкобелковая для выпечки кексов 100 г	2,0	100	1,5	70	1280/300
Готовая восстановленная смесь для выпечки кексов, 30 г	0,5	35	0,5	30	430/130

Минеральный состав исследуемых образцов низкобелковых смесей для выпечки представлен комплексом макро- и микроэлементов (рис. 2).

Низкобелковые продукты питания содержат значительное содержание натрия и калия, что благотворно действует на работу сердечно-сосудистой системы. Ионы натрия принимают участие в поддержании постоянного осмотического давления в клетках и кислотно-основного равновесия в организме [16, 17]. Наличие кальция будет поддерживать минерализацию костей [18, 19]. Калий играет важную роль в метаболизме клетки, способствует нервно-мышечной деятельности, регулирует внутриклеточное осмотическое давление, регулирует кислотно-щелочное равновесие крови, улучшает работу мышц, регулирует деятельность некоторых ферментов [20].

Исследования витаминного состава новых видов низкобелковых пищевых продуктов выявило значительное содержание витамина B5, необходимого для синтеза антител, жизненно важных жирных кислот, холестерина и для повышения переносимости умственных и физических нагрузок [21].

Исследование аминокислотного состава показало, что в анализируемых образцах преобладает содержание таких незаменимых аминокислот, как: метионин, фенилаланин и валин. Среди заменимых аминокислот для данных образцов характерно преобладание гистидина (рис.3).

Недостаточное содержание аминокислот в образцах восполняется применением специальных лечебных составов (смеси из набора аминокислот без фенилаланина, но с добавлением минералов и витаминов) [22].

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что новые виды низкобелковых продуктов питания содержат не более 2,5 % белка, не более 20 мг/100 г фенилаланина, менее 10 мг/кг глютена и низкое количество жиров — не более 2 г/100 г.

На основании полученных результатов можно утверждать, что разработанные низкобелковые продукты питания могут быть рекомендованы в качестве продуктов питания для детей с дефицитом фенилаланингидроксилазы, так как содержат низкое количество белка и безопасный уровень фени-

лаланина, обладают высокими органолептическими показателями, не содержат глютен. Микробиологические показатели находятся в пределах допустимых норм, установленных нормативной документацией Министерства здравоохранения Республики Беларусь.

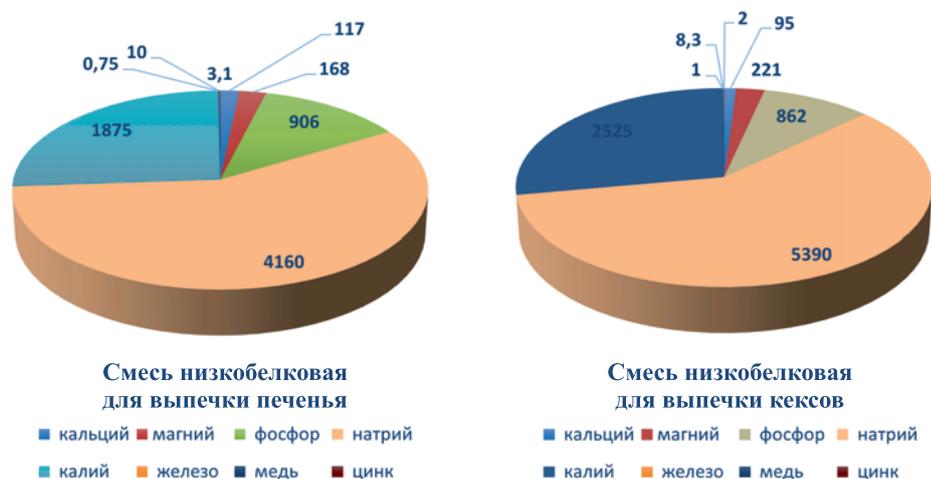


Рис. 2. Минеральный состав низкобелковых продуктов питания, мг/кг
Fig. 2. Mineral composition of low-protein foods, mg/kg

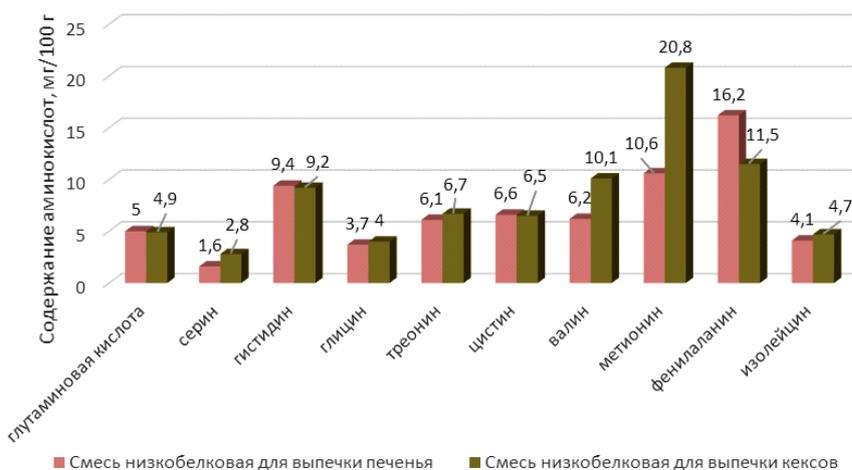


Рис. 3. Аминокислотный состав низкобелковых продуктов питания
Fig. 3. Amino acid composition of low-protein foods

Благодарности. Работа выполнена в рамках реализации грантов Президента Республики Беларусь на 2022 год.

Список использованных источников

1. Мадзиевская, Т. А. Новые смеси для производства специализированных макаронных изделий / Т. А. Мадзиевская, Т. Н. Шункевич, А. А. Белая // Наука и инновации. — 2014. — №5. — С. 42–43.
2. Горячко, А. Н. Наследственные болезни обмена веществ у новорожденных детей : учеб. — метод. пособие / А. Н. Горячко, Г. Ф. Елиневская, В. Л. Бутыгина. — Минск: БГМУ, 2009. — 32 с.
3. Копылова, Н. В. Фенилкетонурия: классификация, диагностика, диетотерапия / Н. В. Копылова // Вопросы детской диетологии. — 2004. — Т. 2, № 6. — С. 31–46.
4. Бабич, О. О. Особенности биотрансформации фенилаланина в технологии продуктов питания для больных фенилкетонурией / О. О. Бабич, Л. С. Солдатова, И. С. Разумникова // Техника и технология пищевых производств. — 2011. — №2. — С. 103–109.

5. *Sumaily, K. M.* Phenylketonuria: A new look at an old topic, advances in laboratory diagnosis, and therapeutic strategies / K. M. Sumaily, A. H. Mujamammi // *Int J Health Sci (Qassim)*. — 2017. — No. 11, № 5. — P. 63–70.
6. *Горячко, А. Н.* Современные подходы к лечению фенилкетонурии и лейциноза (болезни кленового сиропа) : учеб.-метод. пособие / А. Н. Горячко. — Минск : БГМУ, 2011 — 26 с.
7. *Григель, А. И.* Особенности технологии производства низкобелковых продуктов питания / А. И. Григель // *Пищевая промышленность: наука и технологии*. — 2021. — Т. 14, №4 (98). — С. 98–104.
8. *Ловкис, З. В.* Технология и аппараты низкобелковых продуктов питания / З. В. Ловкис, А. И. Григель // *Наука, питание и здоровье: сборник научных трудов. Часть 1*. — Минск: Белорусская наука. — 2021. — С. 153–160.
9. Специализированные продукты лечебного питания для детей с фенилкетонурией. Методическое письмо. 3-е издание. — М., 2012. — 84 с.
10. *Троцкая, Т. П.* Организация школьного питания для детей, страдающих фенилкетонурией / Т. П. Троцкая, Н. В. Чугай // *Пищевая промышленность: наука и технологии*. — 2019. — Т. 12, № 4 (46). — С. 6–14.
11. Концентраты пищевые. Правила приемки, отбор и подготовка проб: ГОСТ 15113.0-77. — Введ. 24.08.77. — Москва: ИПК издательство стандартов, 2003. — 6 с.
12. Концентраты пищевые. Методы определения качества упаковки, массы нетто, объемной массы, массовой доли отдельных компонентов, размера отдельных видов продукта и крупности помола: ГОСТ 15113.1-77 — Введ. 24.08.77. — СССР, Гос.комитет стандартов Совета Министров, 1988. — 4 с.
13. Концентраты пищевые. Методы определения органолептических показателей, готовности концентратов к употреблению и оценки дисперсности суспензии ГОСТ 15113.3-77 — Введ. 01.01.79. — Москва: ИПК издательство стандартов, 2003. — 2 с.
14. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 21 июня 2013 № 52 Санитарные нормы и правила «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам».
15. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902320560>. — Дата доступа: 15.05.2022.
16. Водно-электролитный баланс и принципы его коррекции у детей: учеб. — В62 метод. пособие / А. Е. Кулагин [и др.]. — Минск: БГМУ, 2011 — 32 с.
17. Роль биогенных элементов в организме человека и применение их в медицине и фармации: учебное пособие / сост. И.И. Бочкарева, И. Н. Дьякова. — Майкоп: Качество, 2016. — 127 с.
18. *Hess, S. Y.* Treatment of iron deficiency in goitrous children improves the efficacy of iodized salt in Cote d'Ivoire / S. Y. Hess, M. V. Zimmermann, P. Adou, T. Torresani, R. F. Hurrell // *Am. J. Clin. Nutr.* — 2002. — Vol. 75 (4). — P. 743–748.
19. *Heaney, R.P.* Bone health / R.P. Heaney // *Am.J.Clin. Nutr.* — 2007. — Vol. 85(1). — P. 300–303.
20. Общая химия. Учебник/ Н. Л. Глинка. — М.: Кнорус, 2010. — 752 с.
21. Витамины. Роль в обмене веществ : учеб. пособие [Электронный ресурс] / Л. В. Зотова, Е. Н. Коваленко, Е. В. Громова, Л. Я. Лабзина. — Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2018. — 214 с.
22. Разработка низкобелковых макаронных изделий для питания людей с нарушением обмена фенилаланина / З. В. Ловкис [и др.] // *Пищевая промышленность: наука и технологии*. — 2020. — Т.13, №3 (49). — С. 6–11.

Информация об авторах

Моргунова Елена Михайловна — кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по стандартизации и качеству продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: info@belproduct.com

Шимановская Юлия Александровна — младший научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: yuliya.sorokina.96@bk.ru

Information about the authors

Morgunova Elena Mikhailovna — PhD (Engineering), Associate Professor, Deputy Director General for Standardization and Quality of Food Products of RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food» (Kozlova str., 29, 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

Shymanouskaya Yulia Alexandrovna — junior researcher of the technology department of the department of products from root crops of the RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food” (Kozlova str., 29, 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: yuliya.sorokina.96@bk.ru