



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)

УДК 664.681.1

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.008

РАЗРАБОТКА БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПЕЧЕНЬЯ С УЛУЧШЕННЫМИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Надежда Сергеевна Санжаровская ¹, Ольга Петровна Храпко ²,
Валентина Игоревна Коломиец ³

^{1, 2, 3} Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

¹ hramova-n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8403-7892>

² hrapko_op@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8453-1735>

³ mironova170297@rambler.ru

Аннотация. В статье научно обоснована целесообразность производства мучных кондитерских изделий специального назначения. Целью исследования является изучение свойств безглютеновых мучных смесей, определение их дальнейшего использования в производстве рецептурной композиции безглютенового песочного печенья специального назначения. Выполнен сравнительный анализ биологической ценности белка, технологических и функциональных параметров качества отобранных образцов муки (рисовая, кукурузная, нуттовая и мука из зеленой гречки). Подобрано соотношение отобранных образцов муки в безглютеновых мучных смесях. Определен аминокислотный состав и рассчитана биологическая ценность белка разработанных безглютеновых мучных смесей. Установлено, что оптимизированные мучные смеси содержат большое количество незаменимых аминокислот. В рецептуре песочного печенья доказана возможность замены традиционно используемой муки пшеничной высшего сорта на безглютеновые виды сырья. Показано, что при полной замене пшеничной муки безглютеновой смесью достигается сбалансированность сенсорных характеристик. Основным преимуществом научного исследования является разработка новых видов аглютеновых изделий, что позволит использовать их в качестве специализированной пищевой продукции в рационе питания для людей больных целиакией.

Ключевые слова: глютен, безглютеновые мучные смеси, аминокислотный состав, печенье, качество.

Для цитирования: Санжаровская, Н. С., Храпко, О. П., Коломиец, В. И. Разработка безглютенового печенья с улучшенными потребительскими свойствами // Ползуновский вестник. 2021. № 3. С. 61–67. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.008.

Original article

DEVELOPMENT OF GLUTEN-FREE COOKIES WITH IMPROVED CONSUMER PROPERTIES

Nadezhda S. Sanzharovskaya ¹, Olga P. Hrapko ², Valentine I. Kolomiets ³

^{1, 2, 3} Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

¹ hramova-n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8403-7892>

² hrapko_op@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8453-1735>

³ mironova170297@rambler.ru

© Санжаровская, Н. С., Храпко, О. П., Коломиец, В. И., 2021

Abstract. We scientifically substantiate the feasibility of the production of flour confectionery products for special purposes. The purpose of our study is to study the properties of gluten-free flour mixtures, to determine their further use in the production of a recipe composition of gluten-free shortbread cookies for special purposes. A comparative analysis of the biological value of protein, technological and functional quality parameters of the selected flour samples (rice, corn, chickpea and green buckwheat flour) was performed. The ratio of the selected flour samples in gluten-free flour mixtures was selected. The amino acid composition was determined and the biological value of the protein of the developed gluten-free flour mixtures was calculated. It was found that the optimized flour mixtures contain a large number of essential amino acids. The formulation of shortbread cookies proves the possibility of replacing the traditionally used wheat flour of the highest grade with gluten-free raw materials. It is shown that, when wheat flour is completely replaced with a gluten-free mixture, a balance of sensory characteristics is achieved. The main advantage of the scientific research is the development of new types of gluten-free products, which will allow to use them as specialized food products in the diet for people with celiac disease.

Keywords: gluten, gluten-free flour mixtures, amino acid composition, cookies, quality.

For citation: Sanzharovskaya, N. S., Hrapko, O. P. & Kolomiets, V. I. (2021). Development of gluten-free cookies with improved consumer properties. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 61-67. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.008.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из приоритетных направлений создания новых пищевых продуктов является моделирование и внедрение новых технологий продуктов специализированного назначения, которые направлены на профилактику алиментарнозависимых заболеваний, например, целиакии и непереносимости глютена. На сегодняшний день выделено три формы непереносимости глютена – белка, имеющегося в пшенице, ржи и ячмене. Общеизвестной является целиакия – хроническое заболевание, характеризующееся повреждением слизистой оболочки тонкого кишечника глютеном, растительным белком, который содержится в злаковых культурах [1, 2].

Аллергическая реакция на глютен является второй формой непереносимости данного компонента. Кроме того, в последние годы зарубежные и отечественные ученые стали выделять третью форму непереносимости – нецелиакичную, неаллергическую непереносимость глютена. При этом большинство исследователей приходят к выводу, что распространенность пациентов с третьей формой значительно превышает число людей с заболеванием целиакией [3, 4].

В связи с многообразием клинических проявлений глютеновой энтеропатии (ГЭ), в том числе внекишечных ее признаков, выделяют ассоциированные с ГЭ заболевания: болезни печени, поджелудочной железы, щитовидной железы, сахарный диабет, остеопороз, дерматит, псориатический артрит, железодефицитную анемию, признаки витаминной недостаточности, неврологические нарушения и т. д. [5].

В настоящее время известным способом лечения людей с ГЭ остается строгая диета, полностью исключающая глютен пшеницы, ржи, овса, ячменя и их гибридов в любых продуктах. Диета является пожизненной [6–8].

На отечественном рынке представлено большое разнообразие безглютеновой продукции, однако следует отметить, что большинство изделий изготовлено с использованием кукурузной и рисовой муки в сочетании с крахмалом. Широкое распространение данного сырья обусловлено его функциональными свойствами и способностью придавать определенные структурные и механические характеристики безглютеновым мучным изделиям без каких-либо дополнительных структурообразующих веществ. Недостатком данного сырья является высокое содержание крахмала и пониженная пищевая и биологическая ценность [9].

В последнее время на рынке безглютеновой муки производители предлагают большое количество альтернативного сырья в качестве замены традиционной рисовой и кукурузной муки [10].

Способом обогащения химического состава безглютеновых мучных кондитерских изделий и повышения их потребительских свойств может стать использование муки из нута и из зеленой гречки, интерес к которой активно растет.

МЕТОДЫ

Среди различных групп мучных кондитерских изделий достаточно широкой популярностью пользуются различные виды печенья. Поэтому перед нами встала задача разработать рецептуру печенья для всех

РАЗРАБОТКА БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПЕЧЕНЬЯ С УЛУЧШЕННЫМИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИМИ СВОЙСТВАМИ

слоев населения, в том числе для больных целиакией.

Целью исследования является изучение свойств безглютеновых мучных смесей, определение их дальнейшего использования в производстве рецептурной композиции безглютенового песочного печенья специального назначения.

Согласно цели решались следующие задачи:

- выполнить сравнительный анализ биологической ценности белка, технологических и функциональных параметров качества отобранных образцов муки (рисовая, нутовая, кукурузная и мука из зеленой гречки);
- определить соотношение отобранных образцов муки в безглютеновых мучных смесях;
- рассчитать аминокислотный состав и определить биологическую ценность безглютеновых мучных смесей;
- изучить органолептические и физико-химические показатели безглютенового песочного печенья.

В ходе проведения эксперимента было предложено полностью заменить пшеничную муку безглютеновой мучной смесью в рецептуре песочного печенья.

В качестве объектов исследования были использованы образцы безглютеновой муки: мука нутовая (ТУ 9293-009-8975-1414-10), мука кукурузная (ГОСТ 14176-69), мука рисовая (СТО 53548590-019-2013), мука из

зеленой гречки (ТУ 9293-002-43175543-03), безглютеновые мучные смеси и готовые образцы безглютенового печенья.

В исследовании использовались общепринятые методы органолептической оценки и физико-химического анализа (в трех повторностях).

Подбор оптимальных соотношений отобранных образцов муки в мучных смесях без глютена осуществляли с помощью программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основной проблемой создания мучной кондитерской продукции из песочного теста с заданным комплексом свойств является сложный процесс обеспечения наиболее полной сбалансированности и структурированности продукции. Значительная роль для решения этой проблемы отводится правильному выбору сырьевой базы [11].

Повышение потребительских свойств и биологической ценности мучных кондитерских изделий является важнейшей задачей при проектировании рецептур. При этом важнейшую роль играет качество используемого растительного белка.

Оценку биологической ценности опытных образцов изучали путем определения аминокислотного состава белка и расчета аминокислотного сора (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая ценность исследуемых образцов муки

Table 1 – Biological value of the studied flour samples

Образец	Валин	Лизин	Метионин (+цистин)	Триптофан	Изолейцин	Лейцин	Треонин	Фенилаланин (+тирозин)	Сумма НАК	Первая лимитирующая аминокислота
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Эталон ФАО/ВОЗ, г/100г белка	5,0	5,5	3,5	1,0	4,0	7,0	4,0	6,0	36,0	
Пшеничная: аминокислота, г/100 г белка	4,6	2,65	2,96	1,12	3,82	6,98	2,60	8,29	33,02	Лизин – 48,2
аминокислотный скор, %	92,0	48,2	84,6	112,0	95,5	99,7	65,0	138,2	-	
Рисовая: аминокислота, г/100 г белка	4,09	3,8	3,43	1,4	3,6	8,8	3,5	8,64	37,26	Лизин – 69,1
аминокислотный скор, %	81,8	69,1	98,0	140,0	90,0	125,7	87,5	144,0	-	
Нутовая: аминокислота, г/100 г белка	5,3	7,2	2,1	0,9	4,3	8,2	4,0	8,6	40,5	Метионин (+цистин) – 60,9
аминокислотный скор, %	105,8	130,4	60,9	92,0	106,3	117,1	100,0	142,7	-	

Продолжение таблицы 1 / Table 1 cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Кукурузная: аминокислота, г/100 г белка	3,9	3,06	2,82	0,89	3,1	10,1	2,7	7,8	34,37	Лизин – 55,6
аминокислотный скор, %	78,0	55,6	80,6	89,0	77,5	144,3	67,5	130,0	-	
Мука из зеленой гречки: аминокислота, г/100 г белка	4,7	5,1	4,1	1,6	3,5	6,1	3,5	8,3	36,9	Лейцин – 87,1
аминокислотный скор, %	94,0	92,7	117,1	160,0	87,5	87,1	87,5	138,3	-	

Данный анализ аминокислотного сора безглютеновых видов сырья показал, что мука нуттовая, рисовая и из зеленой гречки по сумме незаменимых аминокислот превышают сумму НАК эталона ФАО/ВОЗ.

Сравнивая безглютеновые образцы муки с традиционной пшеничной мукой, следует

отметить их более сбалансированный аминокислотный состав, поэтому планируется использовать все виды аглютеновой муки при создании оптимизированных мучных смесей.

Оценка технологических и функциональных свойств исследуемых образцов муки представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Технологические и функциональные свойства исследуемых образцов муки

Table 2 – Technological and functional properties of the test samples of flour

Показатель	Вид муки				
	Пшеничная мука высшего сорта	Рисовая	Нуттовая	Кукурузная	Мука из зеленой гречки
Белизна, у.е.	52,30±1,3	60,25±2,3	16,20±1,1	13,70±0,9	28,40±2,2
Число падения, сек.	310,0±5,2	351,0±9,7	453,0±11,6	435,0±10,8	922,0±15,5
Влажность, %	13,56±0,2	13,00±0,3	10,30±0,1	11,75±0,2	11,58±0,3
Кислотность, град	3,1±0,01	1,9±0,02	12,2±0,18	5,00±0,08	8,3±0,93
Водосвязывающая способность, %	78,3±2,3	120,1±4,2	195,4±5,6	116,3±6,2	124,5±3,8
Жирсвязывающая способность, %	95,0±3,1	107,5±3,8	198,6±6,2	102,5±4,1	117,3±3,7

Белизна всех видов муки, за исключением рисовой, значительно ниже по сравнению с пшеничной мукой, что можно объяснить отличием цвета эндосперма различных зерновых культур, а также большим содержанием в ней периферийных частиц.

Число падения (ЧП) – показатель, который характеризует активность амилалитических ферментов в исследуемых образцах муки, незначительно выше муки пшеничной,

исключение составляет мука из зеленой гречки – с высоким ЧП (922 с).

Как показали наши исследования, отобранные образцы муки имеют более высокую жиро- и водосвязывающую способность по сравнению с пшеничной мукой.

Следующим этапом проведения эксперимента стало моделирование безглютеновых мучных смесей (БМС). Было предложено пять вариантов смесей (таблица 3).

Таблица 3 – Соотношение разных видов муки в экспериментальных образцах

Table 3 – The ratio of different types of flour in experimental samples

Вариант	Нуттовая мука, %	Рисовая мука, %	Кукурузная мука, %	Мука из зеленой гречки, %
БМС 1	30	–	30	40
БМС 2	20	–	30	50
БМС 3	20	20	20	40
БМС 4	30	30	–	40
БМС 5	20	30	–	50

РАЗРАБОТКА БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПЕЧЕНЬЯ С УЛУЧШЕННЫМИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИМИ СВОЙСТВАМИ

На основе данных об общем количестве белка и незаменимых аминокислот был про-

веден анализ биологической ценности в данных композициях (рисунки 1–2).

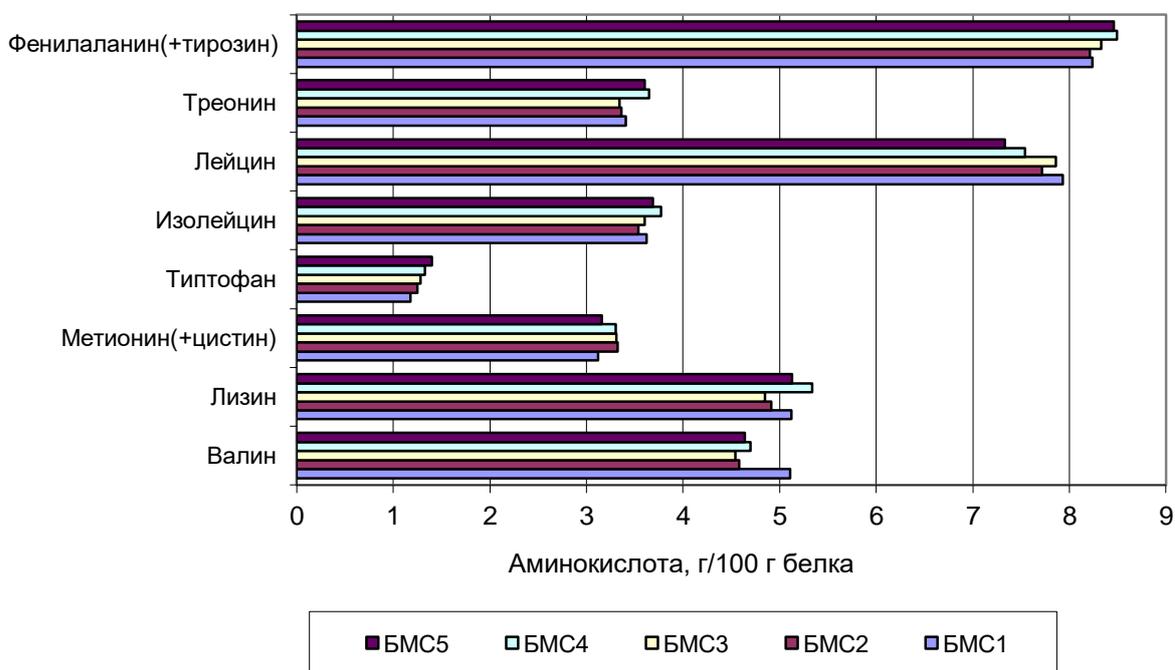


Рисунок 1 – Аминокислотный состав экспериментальных образцов

Figure 1 – Amino acid composition of experimental samples

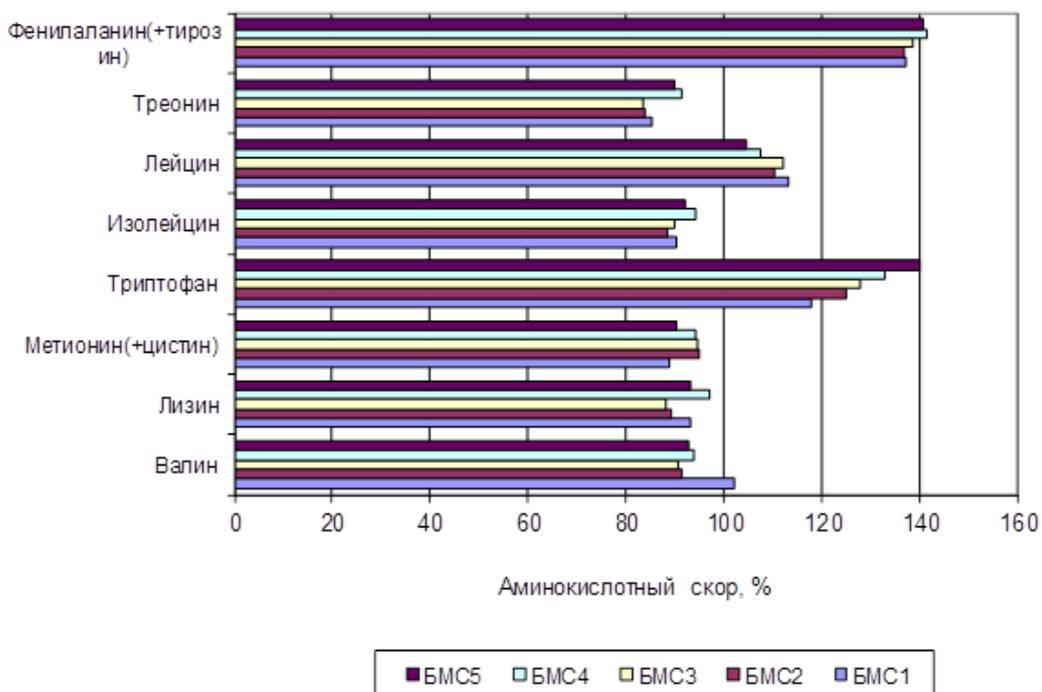


Рисунок 2 – Аминокислотный скор экспериментальных образцов

Figure 2 – Amino acid rate of experimental samples

Анализ аминокислотного состава безглютеновых мучных смесей показал, что самой неполноценной является БМС 2, здесь сумма НАК составила 36,89, лимитирующие аминокислоты лизин, изолейцин и треонин.

Наибольшая биологическая ценность белка установлена в БМС 1 и БМС 4. Оптимизированные мучные смеси содержат высокое количество незаменимых аминокислот.

На основе разработанных композиций осуществлены пробные выпечки безглютенового печенья в лабораторных условиях.

По результатам дегустационной оценки были выделены образцы печенья, выпечен-

ные из БМС 2 и БМС 3, получившие максимальное количество баллов. Данные образцы характеризовались правильной формой, гармоничным вкусом и ароматом, свойственным для сдобного печенья, без посторонних запахов и привкусов. Поверхность не подгорела, без вкраплений и крошек. Цвет равномерный, свойственный этому виду изделия.

Образцы печенья, выработанные из смесей БМС 1 и 4, получили наиболее низкую оценку дегустаторов, т.к. у печенья наблюдался выраженный гороховый привкус, и ухудшилась структура изделий.

Физико-химические показатели качества по всем вариантам представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Физико-химические показатели качества безглютеновых образцов печенья

Table 4 – Physicochemical indicators of the quality of gluten-free cookie samples

Показатель	Образец				
	БМС 1	БМС 2	БМС 3	БМС 4	БМС 5
Массовая доля влаги, %	5,62±0,2	5,48±0,1	5,52±0,1	5,55±0,2	5,38±0,2
Щелочность, град.	1,55±0,05	1,55±0,05	1,56±0,05	1,54±0,05	1,55±0,05
Намокаемость, %	140±1,2	155±1,6	148±1,3	142±1,4	159±1,3

Результаты физико-химических исследований безглютеновых образцов печенья показали, что значение щелочности изделий практически не изменялось. Показатель массовой доли влаги находился в пределах 5,38–5,62 %, а намокаемости – 140–159 %.

По комплексу сенсорных и физико-химических свойств были отобраны образцы печенья изготовленные на основе безглютеновых смесей БМС 2 и БМС 3.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучены свойства безглютеновых видов муки. Выявлены и обоснованы оптимальные соотношения отобранных образцов муки в безглютеновых мучных смесях. Печенье, приготовленное на основе смоделированных безглютеновых мучных смесей, характеризуется высокими потребительскими свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Краєвська С., Стеценко Н. Формування вітчизняного ринку безглютенових харчових продуктів // Товари і ринки. 2018. № 4. С. 36–46. DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018\(28\)03](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018(28)03).
2. Кондратьева Е.И., Янкина Г.Н. HLA – маркеры целиакии и их влияние на течение заболевания // Вопросы детской диетологии. 2011. Т. 9. № 2. С. 73–74.
3. Tonutti, E., Bizzaro N. Diagnosis and classifica-

tion of celiac disease and gluten sensitivity // Autoimmun. Rev. 2014. Vol. 13. № 4–5. P. 472–476.

4. Меренкова С.П., Потороко И.Ю., Контонистова Ю.С. [и др.]. Подходы в технологии производства продуктов питания для диетотерапии населения с глютеновой энтеропатией // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2020. Т.8. № 1. С. 81–93. DOI: <https://doi.org/10.14529/food200110>.
5. Ревна М.О., Шаповалова Н.С. Целиакия как аутоиммунное заболевание // Вопросы детской диетологии. 2015. № 3. С. 33–39.
6. Белоусова О.Ю. Целиакия: эволюция взглядов на классификацию и подходы к диагностике // Педиатрия. Восточная Европа. 2017. Т. 5. № 3. С. 331–341.
7. Ivarsson A., Persson L., Nystrom L. [et al.]. Epidemic of coeliac disease in Swedish children // Acta Paediatr. 2000. № 89 (2). P. 165–167.
8. Горгун Ю.В., Портянко А.С. Клинико-морфологическая диагностика целиакии // Медицинские новости. 2007. № 10. С. 31–35.
9. Егорова Е.Ю., Резниченко И.Ю. Разработка пищевого концентрата – полуфабриката безглютеновых кексов с амарантовой мукой // Техника и технология пищевых производств. 2018. Т. 48. № 2. С. 36–45. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-36-45>.
10. Щетинин М.П., Ходырева З.Р. Формирование рецептурного состава бисквитного безглютенового полуфабриката // Хранение и переработка сельхозсырья. 2019. № 1. С. 106–115.
11. Меренкова С.П., Боган В.И., Арапова Д.А. [и др.]. Обоснование применения композиций безглютеновых видов муки в технологии бисквитного

РАЗРАБОТКА БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПЕЧЕНЬЯ С УЛУЧШЕННЫМИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИМИ СВОЙСТВАМИ

полуфабриката // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2019. Т. 7. № 1. С. 12–20.

Информация об авторах

Н. С. Санжаровская – к.т.н., доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина».

О. П. Храпко – к.т.н., доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина».

В. И. Коломиец – магистрант ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина».

REFERENCES

1. Kraevskaya, S. & Stetsenko, N. (2018). Formation of the domestic market of gluten-free food products. *Products and markets*. (4), 36-46. DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018\(28\)03](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018(28)03).
2. Kondratieva, E.I. & Yankina, G.N. (2011). HLA markers of celiac disease and their influence on the course of the disease. *Questions of children's dietetics*. (2), 73-74. (In Russ).
3. Tonutti, E. & Bizzaro, N. (2014). Diagnosis and classification of celiac disease and gluten sensitivity. *Autoimmun. Rev.* (4-5), 472-476.
4. Merenkova, S.P., Potoroko, I.Yu. & Kontonistova, Yu.S. [et al.]. (2020). Approaches in food production technology for diet therapy of the population with gluten enteropathy. *Bulletin of SUSU. The series "Food and Biotechnology"*. (1), 81-93. DOI: <https://doi.org/10.14529/food200110>. (In Russ).
5. Revnova, M.O. & Shapovalova, N.S. (2015). Celiac disease as an autoimmune disease. *Questions of children's dietetics*. (3), 33-39. (In Russ).

6. Belousova, O.Yu. (2017). Celiac disease: the evolution of views on classification and approaches to diagnosis. *Pediatrics. Eastern Europe*. (3), 331-341. (In Russ).

7. Ivarsson, A., Persson, L. & Nystrom, L. [et al.]. (2000). Epidemic of coeliac disease in Swedish children. *Acta Paediatr.* (2), 165-167.

8. Gorgun, Yu.V. & Portyanko, A.S. (2007). Clinicomorphological diagnosis of celiac disease. *Medical news*. (10), 31-35. (In Russ).

9. Egorova, E.Yu. & Reznichenko, I.Yu. (2018). Development of a food concentrate-a semi-finished product of gluten-free cupcakes with amaranth flour. *Technique and technology of food production*. (2), 36-45. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-36-45>. (In Russ).

10. Shchetinin, M.P. & Khodyreva, Z.R. (2019). Formation of recipe composition of biscuit gluten-free semi-finished product. *Storage and processing of agricultural raw materials*. (1), 106-115. (In Russ).

11. Merenkova, S.P., Bogan, V.I. & Arapova, D.A. [et al.]. (2019). Justification of the use of gluten-free flour compositions in the technology of biscuit semi-finished products. *Bulletin of SUSU. The series "Food and Biotechnology"*. (1), 12-20. (In Russ).

Information about the authors

N. S. Sanzharovskaya – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Storage Technology and Processing of Plant Growing Products of Kuban State Agrarian University.

O. P. Hrapko – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Storage Technology and Processing of Plant Growing Products of Kuban State Agrarian University.

V. I. Kolomiets – master's student of Kuban State Agrarian University.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 22.06.2021; одобрена после рецензирования 10.09.2021; принята к публикации 17.09.2021.

The article was received by the editorial board on 22 June 21; approved after editing on 10 Sep 21; accepted for publication on 17 Sep 21.