

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-63-71>

УДК 664.861:547.466:633.36/37

© 2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Изучение аминокислотного состава безглютенового бисквита с кэробом

Софья С. Зюзина*, Маргарита Д. Щелкова, Юлия В. Ушакова,
Гульсара Е. Рысмухамбетова

*ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова»; пр-кт им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3,
г. Саратов, 410012, Российская Федерация*

Аннотация. Работа посвящена изучению аминокислотного состава разработанных бисквитных полуфабрикатов. При разработке рецептуры безглютеновых продуктов особое внимание уделялось белковому составу сырья и расчету аминокислотного сора, так как недостаток определенной аминокислоты влияет на способность образования клейковины в процессе замеса. Кроме того, несбалансированный аминокислотный состав может вызвать дисбаланс в организме человека и негативно сказываться на функционировании мышц, сердца, мозга и других органов, перетекающих в заболевания. Цели исследования включали следующее: определение аминокислотного состава безглютеновых бисквитных полуфабрикатов; анализ аминокислотного состава и расчет аминокислотного сора безглютеновых бисквитных изделий. Расчет аминокислотного состава проводили согласно общеизвестным методикам с учетом химического состава пищевых продуктов. В ходе расчета оценивалась биологическая ценность белков, определялся коэффициент утилитарности, коэффициент сбалансированности аминокислотного состава, коэффициент различий аминокислотного сора. Обнаружено, что разработанный безглютеновый бисквит содержит значительное количество треонина, а именно 11,38 г на 100 г белка. В результате расчетов определили, что первой лимитирующей аминокислотой является триптофан, второй – соединение «фенилаланин + тирозин», доли которых в аминокислотном соре составили 0,12 и 0,90, соответственно. Оценка комплексной сбалансированности безглютенового бисквитного полуфабриката показала недостаточный уровень сбалансированности в питании человека, но показатели отдельных аминокислот по сравнению с контролем из пшеничной муки больше, например, валина – в 1,8 раз, изолейцина, лейцина и лизина – в 1,1 раза, метионина + цистеина – в 2,7 раза и треонина – в 2,8 раза.

Ключевые слова: целиакия; диетическое питание; кокосовая мука; кукурузная мука; бисквит; глютенная энтеропатия; аминокислотный состав; кэроб; мука рожкового дерева

Для цитирования: Зюзина С.С., Щелкова М.Д., Ушакова Ю.В. и др. Изучение аминокислотного состава безглютенового бисквита с кэробом. Новые технологии / New technologies. 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-63-71>

Investigation of the amino acid composition of gluten-free biscuit with carob

Zyuzina S.S.*, Shchelkova M. D., Ushakova Yu.V.,
Rysmukhambetova G.E.

FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov» (Vavilov University); Petr Stolypin prospect, building 4, suite 3, Saratov, 410012, the Russian Federation

Abstract. The article studies the amino acid composition of the developed biscuit semi-finished products. When developing the recipe for gluten-free products, special attention was paid to the protein composition of the raw materials and the calculation of the amino acid score, since the lack of a certain amino acid affects the ability of gluten formation during the kneading process. In addition, an unbalanced amino acid composition can cause an imbalance in the human body and negatively affect the functioning of muscles, heart, brain and other organs, leading to diseases. The objectives of the research included the following: determination of the amino acid composition of gluten-free biscuit semi-finished products; analysis of amino acid composition and calculation of the amino acid score of gluten-free biscuit products. The amino acid composition was calculated according to well-known methods, taking into account the chemical composition of food products. During the calculation, the biological value of proteins was assessed, the utility coefficient, the amino acid composition balance coefficient, and the amino acid score difference coefficient were determined. It was established that the developed gluten-free biscuit contained a significant amount of threonine, namely 11.38 g per 100 g of protein. As a result of calculations, it was determined that the first limiting amino acid was tryptophan, the second was the compound «phenylalanine + tyrosine», the shares of which in the amino acid score were 0.12 and 0.90, respectively. An assessment of the complex balance of a gluten-free biscuit semi-finished product showed an insufficient level of balance in human nutrition, but the indicators of individual amino acids compared to the control made from wheat flour were higher, for example, valine by 1.8 times, isoleucine, leucine and lysine by 1.1 times, methionine + cysteine 2.7 times and threonine 2.8 times.

Keywords: celiac disease; dietary food; coconut flour; corn flour; biscuit; gluten enteropathy; amino acid composition; carob; carob flour

For citation: Zyuzina S.S., Shchelkova M.D., Ushakova Yu.V. et al. Investigation of the amino acid composition of gluten-free biscuit with carob. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-63-71>

Введение. Мучные кондитерские изделия пользуются большим спросом и популярностью среди населения, однако необходимо помнить, что они имеют высокую калорийность. Кроме того, их химический состав не всегда соответствует рекомендациям ФАО ВОЗ относительно соотношения основных питательных веществ, таких как белки, жиры и углеводы. В результате этого несбалансированного питания могут развиваться алиментарно-зависимые заболевания. Одно из таких

заболеваний – целиакия, которое возникает у людей, страдающих непереносимостью глютена – белка, содержащегося в злаковых культурах. Людям с этим диагнозом назначается пожизненная диета, в которой исключаются все злаки, содержащие глютен, а именно пшеница, рожь, ячмень, овёс и, соответственно, продукты из них. В последнее время безглютеновые продукты также востребованы среди людей, стремящихся к «правильному питанию». Поэтому при разработке рецептур безглютеновых

изделий особенно важно изучение состава сырья, включая аминокислотный скор.

Когда поступление белка с пищей не соответствует рекомендуемым нормам, в организме человека начинают распадаться белки тканей, а полученные аминокислоты используются для синтеза ферментов, гормонов и других важных биологически активных соединений. Состояние обмена белков в организме существенно зависит от наличия или недостатка незаменимых аминокислот [1]. При этом известно, что если какая-то аминокислота отсутствует, организм не может синтезировать необходимый белок, и поэтому он вынужден использовать аминокислоты из других источников белка, что нарушает функционирование органов, мышц, сердца или мозга и может привести к развитию заболеваний и дисбалансу [2].

Цель работы: изучить аминокислотный состав безглютеновых бисквитных полуфабрикатов.

Задачи исследования:

1. Рассчитать аминокислотный состав безглютеновых бисквитных полуфабрикатов;

2. Проанализировать аминокислотный состав и рассчитать аминокислотный скор безглютеновых бисквитных изделий.

Объекты, материалы и методы исследования. В качестве контроля была взята технология бисквита «Прага» №7 [3]. Для определения аминокислотного состава были использованы справочные данные химического состава пищевых продуктов [4]. Биологическая ценность белков методом расчета аминокислотного сора [5–7]. Качественная оценка белка определением коэффициента утилитарности, коэффициента сбалансированности аминокислотного состава, коэффициента различий аминокислотного сора [5–7].

Результаты исследований. На основе ранее опубликованных нами работ [8, 9] был разработан безглютеновый бисквит, в котором пшеничная мука заменена на смесь из кукурузной, кокосовой муки и кэроба.

При разработке компонентного состава новых пищевых продуктов важен анализ биологической ценности белков, определяемой сбалансированностью аминокислотного состава. Из рисунка 1 видно, что у белка пшеницы этот показатель немного ниже, чем у других растений. Следовательно, выбранные виды безглютеновой муки для бисквитного полуфабриката, такие, как кокосовая мука, превосходят пшеничную по содержанию треонина в 65,2 раз, валина – в 25,5 раз, метионина – в 11,6 раз, лейцина – в 7,3 раз, фенилаланина – в 8,9 раз, аспарагиновой кислоты – в 2,9 раз, серина – в 51,3 раз, пролина – в 27,1 раз, аланина – в 166,6 раз и тирозина – в 7 раз; кукурузная мука: лейцина – в 1,2 раз, аспарагина – в 1,1 раз и аланина – в 1,6 раз. Мука рожкового дерева (кэроб) была выбрана в качестве замены какао-порошка и превосходит в основном пшеничную муку по содержанию минеральных веществ.

Аминокислотный скор отражает отношение незаменимых аминокислот (НЗАК) в белке к идеальному белку. Идеальный (эталонный) белок, предложенный ФАО/ВОЗ, имеет наилучший химический состав, близкий к куриному яйцу и женскому грудному молоку.

Из данных рисунка 2 видно, что безглютеновый бисквит больше всего содержит треонина – 11,38 г в 100 г белка, по сравнению с эталонным 4,00. Треонин необходим для образования зубной эмали, он участвует в синтезе коллагена и эластина, в белковом и жировом обмене, стимулирует иммунитет и помогает работе печени, препятствуя отложению в ней жиров. Треонин способствует росту и развитию мышечной массы, повышает силовые показатели, ускоряет восстановление после тяжелых тренировок.

В результате представленных данных из рисунка 2 отмечено количественное повышение содержания валина в 1,8 раз, изолейцина, лейцина и лизина – 1,1 раз, метионина + цистеина – 2,7 раза и треонина – 2,8 раза по сравнению с контролем.

Содержание аминокислот в отдельных видах муки, г

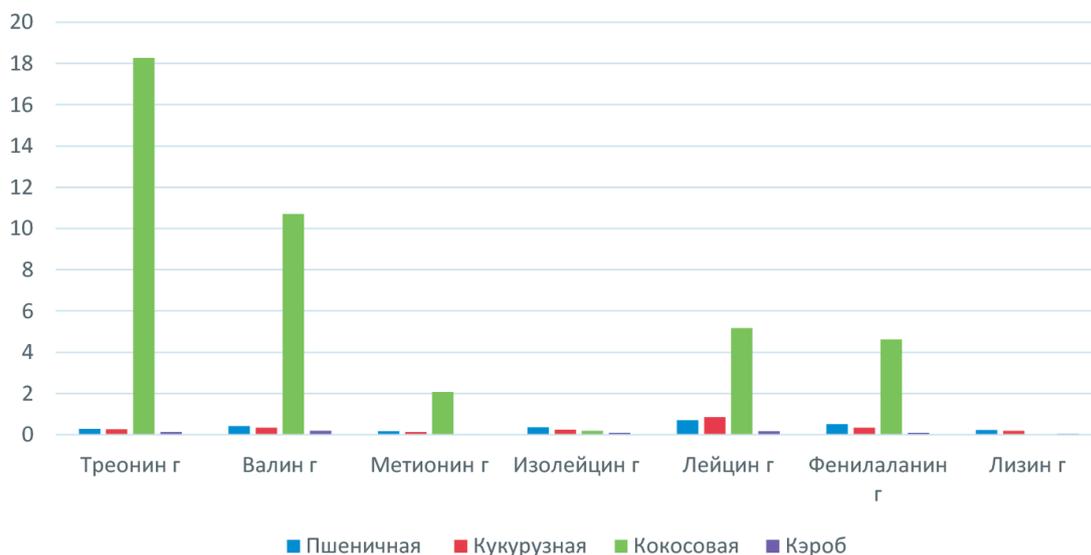


Рис. 1. Аминокислотный состав выбранных видов муки

Fig. 1. Amino acid composition of selected types of flour

Содержание аминокислот образцов, г

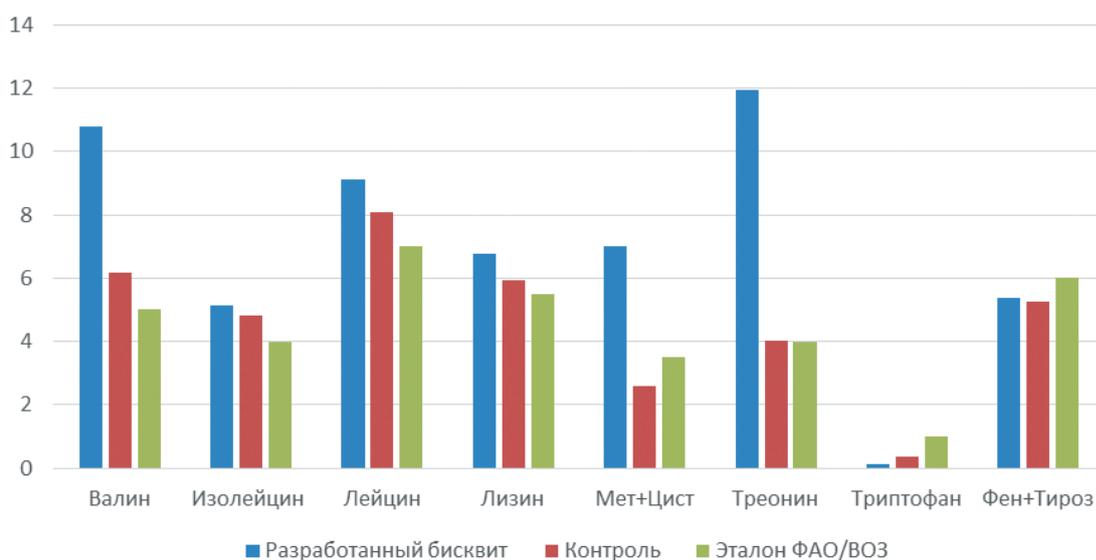


Рис. 2. Содержание аминокислот в контрольном и разработанном образцах относительно эталонного значения

Fig. 2. Amino acid content in the control and developed samples relative to the reference value

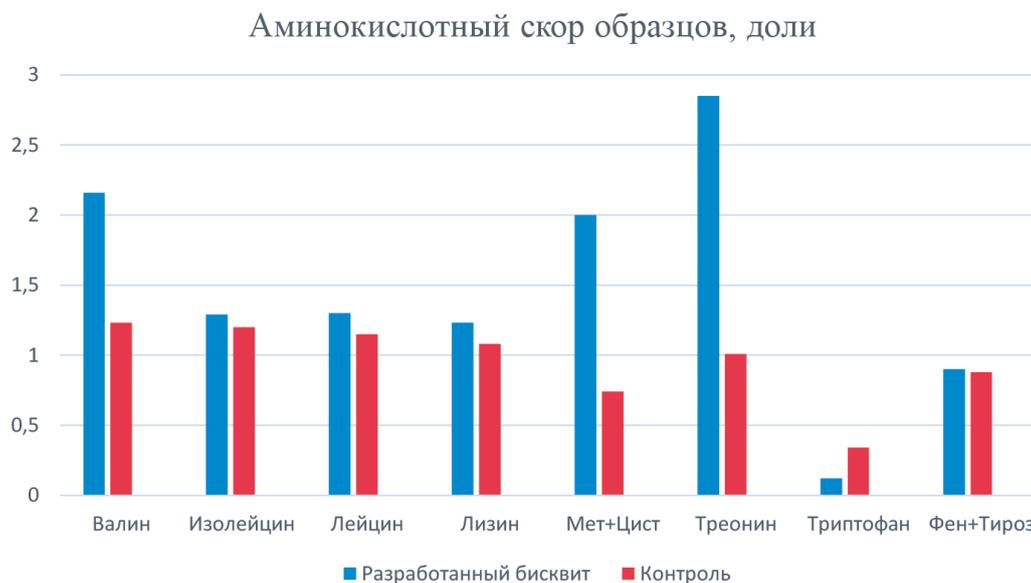


Рис. 3. Аминокислотный скор контрольного и разработанного образца

Fig. 3. Amino acid score of control and developed samples

Как видно из рисунка 3, разработанный безглютеновый бисквит имеет две лимитирующие кислоты, которые содержатся в наименьшем количестве, т. е. < 1 . Наличие в продукте лимитирующей незаменимой аминокислоты (НЗАК) означает, что такой продукт нельзя употреблять в пищу без комбинирования его с обогащенными этой аминокислотой продуктами.

В результате расчетов определили, что первой лимитирующей аминокислотой является триптофан, второй – соединение «фенилаланин + тирозин», доли которых в аминокислотном скоре составили 0,12 и 0,90, соответственно. Данные НЗАК отвечают за естественный регулятор настроения и рост, уровень гемоглобина, а также за полноценную работу печени, сердечно-сосудистой и иммунной систем. Аминокислота фенилаланин участвует в синтезе следующих веществ: тирозина, выступающего сильным нейротрансмиттером; эпинефрина и норадреналина, стимулирующих работу центральной нервной системы; дофамина, влияющего на настроение, моторную функцию, при-

нятие важных решений. Дефицит этих соединений крайне негативно сказывается на работе всего организма [10]. Поэтому рекомендуется бисквитный полуфабрикат использовать в качестве основы для торта, который будет включать такие ингредиенты: банановую начинку и сливочно-творожный крем, что в результате обогатит бисквит недостающими аминокислотами.

Известно, что биологическая ценность белков определяется с помощью показателей, представленных на рисунке 4, и в этом случае организм обеспечивается необходимыми белками с незаменимыми аминокислотами в сбалансированных количествах [5].

Как видно из данных рисунка 4, в результате комплексной оценки коэффициента сбалансированности, опытный образец ниже на 0,25 доли единиц по сравнению с контролем. Это связано с тем, что разница между максимальным (треонин) и минимальным (триптофан) скором составляет 95,35% (рис. 3). Что касается коэффициента различий аминокислотного скором, то, наоборот, у разработанного безглютенового

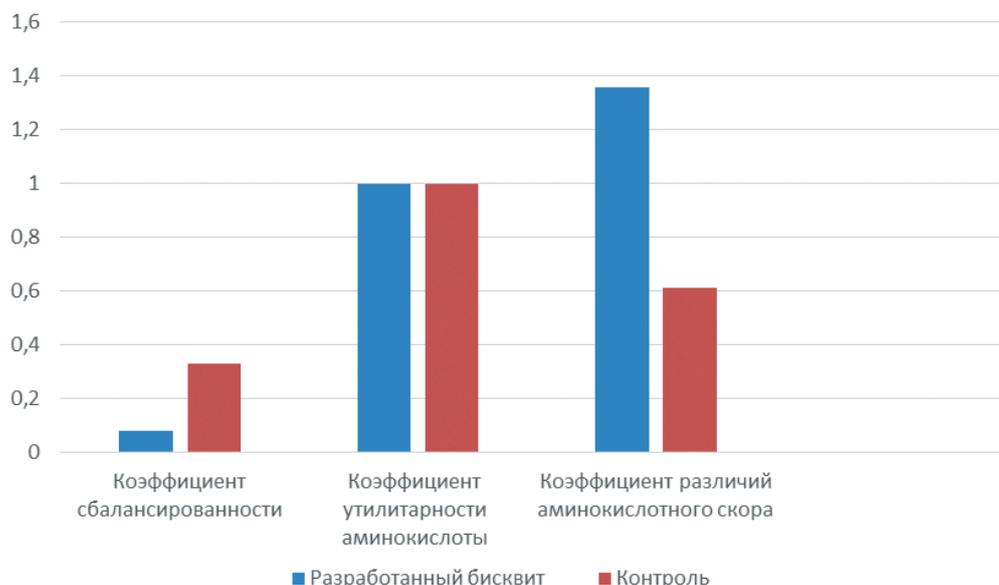


Рис. 4. Отдельные показатели биологической ценности белков

Fig. 4. Selected indicators of the biological value of proteins

бисквита он выше на 0,75% по сравнению с контролем из пшеничной муки.

Относительно коэффициента утилитарности в обоих образцах он одинаков и равен 1, что говорит о высокой степени усвояемости белков исследуемого продукта [11].

Обобщая результаты исследований, можно сделать выводы:

1. Композитная смесь из кукурузной, кокосовой муки и кэроба имеет более обогащенный аминокислотный состав по сравнению с контролем из пшеничной муки. Так, содержание валина выше в 1,8 раза, изолейцина, лейцина и лизина – 1,1 раза, метионина + цистеина – 2,7 раза и треонина – 2,8 раза.

2. Аминокислотный скор композитной смеси показал, что первой лимитирующей аминокислотой является триптофан, второй – соединение «фенилаланин + тирозин», доли которых составили 0,12 и 0,90, соответственно. Оценка комплексной сбалансированности безглютенового бисквитного полуфабриката показала недостаточный уровень сбалансированности в питании человека, но хорошую усвояемость всех аминокислот.

На основании проведенной работы разработанный безглютеновый бисквит необходимо рассматривать в качестве одного из продуктов суточного рациона питания человека или как основу для торта/пирожного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Niewinski M.M. Advances in celiac disease and gluten-free diet. 2008; 108(4): 661-72.
2. Wang P. et. al. Effect of frozen storage on the conformational, thermal and microscopic properties of gluten: Comparative studies on gluten-, glutenin- and gliadin-rich fractions. Food Hydrocolloids; 2014: 238-246.
3. Павлов А.В. Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий: для предприятий общественного питания. СПб.: ПРОФИ-ИНФОРМ; 2004.

4. Скурихин И.М., Волгарева М.Н. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат; 1987.
5. Лисин П.А. и др. Методология оценки сбалансированности аминокислотного состава многокомпонентных пищевых продуктов. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2013; 3(11): 53-58.
6. Лисин П.А. и др. Оценка аминокислотного состава рецептурной смеси пищевых продуктов. Аграрный вестник Урала. 2012; 3(95): 26-28.
7. Величко Н.А., Шанина Е.В. Пищевая химия: методические указания к практическим занятиям. Красноярск; 2011.
8. Домахина М.Д., Мамина С.Е., Ушакова Ю.В. и др. Бисквитный полуфабрикат с добавлением растительного жира для аглютеновой диеты: патент 2748592 Рос. Федерация, МПК А21D 13/066 / заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»; № 2020100498, заявл. 09.01.2020; опубл. 27.05.2021, Бюл. № 15.
9. Домахина М.Д., Зюзина С.С., Ушакова Ю.В. и др. Оптимизация бисквитного полуфабриката с добавлением растительного жира для аглютеновой диеты. АПК России: образование, наука, производство: сборник статей V Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием (Саратов, 19-20 дек. 2022 г.). Пенза: ПГАУ; 2023: 7-11.
10. Фенилаланин: значение незаменимой аминокислоты для человека и животных [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://testslab.ru/stati/fenilalanin-znachenie-nezamenimoy-aminokisloty-dlya-cheloveka-i-zhivotnyh/>.
11. Никитина М.А., Сусь Е.Б. Контроль за качеством белка с помощью компьютерных технологий. Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: материалы Международной научно-практической конференции (Краснодар, 06-26 апр. 2015 г.). Краснодар; 2015: 381-384.

REFERENCES:

1. Niewinski MM. Advances in celiac disease and gluten-free diet. 2008; 108(4): 661-72.
2. Wang P. et al. Effect of frozen storage on the conformational, thermal and microscopic properties of gluten: Comparative studies on gluten-, glutenin- and gliadin-rich fractions. Food Hydrocolloids; 2014: 238-246.
3. Pavlov A.V. Collection of recipes for flour confectionery and bakery products: for catering establishments. SPb.: PROFI-INFORM; 2004. [in Russian]
4. Skurikhin I.M., Volgareva M.N. Chemical composition of food products. Book 2: Reference tables for the content of amino acids, fatty acids, vitamins, macro- and microelements, organic acids and carbohydrates. 2nd ed., revised. and additional M.: Agropromizdat; 1987. [in Russian]
5. Lisin P.A. et al. Methodology for assessing the balance of the amino acid composition of multi-component food products. Bulletin of Omsk State Agrarian University. 2013; 3(11): 53-58. [in Russian]
6. Lisin P.A. et al. Assessment of the amino acid composition of a recipe mixture of food products. Agrarian Bulletin of the Urals. 2012; 3(95): 26-28. [in Russian]
7. Velichko N.A., Shanina E.V. Food chemistry: guidelines for practical classes. Krasnoyarsk; 2011. [in Russian]
8. Domakhina M.D., Mamina S.E., Ushakova Yu.V. and others. Biscuit semi-finished product with the addition of vegetable fat for a gluten-free diet: patent 2748592 Ros. Federation, IPC A21D 13/066 / applicant and patent holder: «Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilova»; No. 2020100498, application. 01/09/2020; publ. 05/27/2021, Bulletin. No. 15.

9. Domakhina M.D., Zyuzina S.S., Ushakova Yu.V. et al. Optimization of semi-finished biscuit product with the addition of vegetable fat for a gluten-free diet. Russian agro-industrial complex: education, science, production: collection of articles of the V All-Russian (national) scientific and practical conference with international participation (Saratov, December 19-20, 2022). Penza: PSAU; 2023: 7-11. [in Russian]

10. Phenylalanine: the importance of an essential amino acid for humans and animals [Electronic resource]. Access mode: <https://testslab.ru/stati/fenilalanin-znachenie-nezamenimoy-aminokisloty-dlya-cheloveka-i-zhivotnyh/>. [in Russian]

11. Nikitina M.A., Sus E.B. Protein quality control using computer technology. Innovative research and development for scientific support of the production and storage of environmentally friendly agricultural and food products: materials of the International Scientific and Practical Conference (Krasnodar, April 06-26, 2015). Krasnodar; 2015: 381-384. [in Russian]

Информация об авторах / Information about the authors

Софья Сергеевна Зюзина, студент, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

sonzyuzina@yandex.ru
тел.: +7 (937) 243 67 72

Sofya S. Zyuzina, Student, FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov»

sonzyuzina@yandex.ru
tel.: +7 (937) 243 67 72

Мargarита Дмитриевна Щелкова, аспирант, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

domakhina1997@inbox.ru
тел.: +7 (906) 314 48 99

Margarita D. Shchelkova, Postgraduate student, FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov»

domakhina1997@inbox.ru
tel.: +7 (906) 314 48 99

Юлия Валерьевна Ушакова, старший преподаватель кафедры технологии продуктов питания, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

ushakovaj1990@gmail.com
тел.: +7 (987) 831 66 92

Yulia V. Ushakova, Senior lecturer, Department of Food Technology, FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov»

ushakovaj1990@gmail.com
tel.: +7 (987) 831 66 92

Гульсара Есенгильдиевна Рысмукхамбетова, доцент кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», кандидат биологических наук

gerismuh@yandex.ru
тел.: +7 (905) 329 32 39

Gulsara Y. Rysmukhambetova, PhD (Biology), Associate Professor Department of Food Technology, FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov»

gerismuh@yandex.ru
tel.: +7 (905) 329 32 39

Заявленный вклад соавторов

Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Claimed contribution of co-authors

All authors of the research were directly involved in the design, execution, and analysis of the research. All authors of this article have read and approved the final version submitted.

Поступила в редакцию 29.01.2024; поступила после рецензирования 01.03.2024; принята к публикации 02.03.2024

Received 29.01.2024; Revised 01.03.2024; Accepted 02.03.2024