



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 664.34

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.02.015



ПЕКТИНСОДЕРЖАЩИЙ ПОРОШОК ИЗ ЗАМОРОЖЕННЫХ ВЫЖИМОК МЕЛКОПЛОДНЫХ ЯБЛОК В ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕРНОВОГО ХЛЕБА

Денис Александрович Кох ¹, Жанна Александровна Кох ²

^{1,2} ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», г. Красноярск, Россия

¹ dekoch@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3047-1386>

² jannetta-83@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4016-7596>

Аннотация. Использование инновационных аппаратно-технологических решений позволяет реализовать нутриентный подход к формированию функциональных продуктов питания. Использование натуральных ингредиентов позволит не только минимизировать сезонность использования в питании функциональных продуктов, но и увеличить содержание функциональных ингредиентов, биологически активных веществ, усиливающих сопротивляемость организма потребителя вызовам современности. При производстве хлеба необходимо сократить или исключить использование улучшителей и других пищевых добавок. Устранить этот недостаток можно за счет внесения в состав рецептурных компонентов биологически активных веществ, одним из которых являются замороженные выжимки мелкоплодных яблок, на основе которых был получен пектинсодержащий порошок. Целью исследования являлось разработать способ производства зернового хлеба с использованием пектинсодержащего порошка. Объектом исследования были выбраны пектинсодержащий порошок из замороженных выжимок мелкоплодных яблок, содержащий значительное количество сухих веществ $89 \pm 0,15$ %, водорастворимых пектиновых веществ $77 \pm 0,05$ %, а также смесь нешелушеного зерна – пшеницы 60 % и ржи 40 %, которую промывали и замачивали на 12,5 ч при температуре 22–24 °С в воде до появления ростков размера не более 0,3 мм, далее проводили СВЧ-обработку зерна в микроволновой печи при мощности 900 Вт в течение 3 мин. Разработан новый способ производства зернового хлеба с использованием пектинсодержащего порошка, с улучшенными органолептическими и физико-химическими показателями качества. Выполненные исследования соответствуют требованиям ГОСТ 25832-89 «Изделия хлебобулочные диетические. Технические условия».

Ключевые слова: пищевая промышленность, зерновой хлеб, пектинсодержащий порошок из замороженных плодов мелкоплодных яблок, биоактивированное зерно, однородная зерновая масса, способ производства.

Для цитирования: Кох Д. А., Кох Ж. А. Пектинсодержащий порошок из замороженных выжимок мелкоплодных яблок в производстве зернового хлеба // Ползуновский вестник. 2024. № 2, С. 118–123. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.02.015. EDN: <https://elibrary.ru/PXSEPL>.

Original article

PECTIN-CONTAINING POWDER FROM FROZEN POMACE OF SMALL-FRUITED APPLES IN GRAIN BREAD PRODUCTION

Denis A. Koch ¹, Zhanna A. Koch ²

^{1,2} Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹ dekoch@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3047-1386>

² jannetta-83@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4016-7596>

© Кох Д. А., Кох Ж. А., 2024

ПЕКТИНСОДЕРЖАЩИЙ ПОРОШОК ИЗ ЗАМОРОЖЕННЫХ ВЫЖИМОК МЕЛКОПЛОДНЫХ ЯБЛОК В ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕРНОВОГО ХЛЕБА

Abstract. *The use of innovative hardware and technological solutions allows to realize the nutrient approach to the formation of functional foods. And the use of natural ingredients will not only minimize the seasonality of use of functional products in nutrition, but also increase the content of functional ingredients, biologically active substances that strengthen the resistance of the consumer's body to the challenges of modernity. In bread production it is necessary to reduce or eliminate the use of improvers and other food additives. This drawback can be eliminated by introducing biologically active substances into the composition of recipe components, one of which is frozen pomace of small-fruited apples on the basis of which pectin-containing powder was obtained. The purpose of the study was to develop a method of production of grain bread with the use of pectin-containing powder. The object of research was chosen pectin-containing powder from frozen squeeze of small-fruited apples, containing a significant amount of dry matter $89 \pm 0,15\%$, water-soluble pectin substances $77 \pm 0,05\%$, as well as a mixture of unshredded grain - wheat 60% and rye 40%, which was washed and soaked for 12.5 h at 22-24°C in water until the appearance of sprouts of size no more than 0.3 mm, then microwave treatment of grain in a microwave oven at a power of 900 W for 3 min. A new method of grain bread production with the use of pectin-containing powder with improved organoleptic and physicochemical parameters was developed. The performed studies of organoleptic and physico-chemical quality indicators of grain bread with the use of pectin-containing powder from pomace of small-fruited apples corresponds to requirements of GOST 25832-89 "Dietary bakery products. Technical conditions".*

Keywords: *food industry, grain bread, pectin-containing powder from frozen fruits of small-fruited apple trees, bioactivated grain, homogeneous grain mass, production method.*

For citation: Kokh, D.A. & Kokh, Zh.A. (2024). Pectin-containing powder from frozen squeezes of small-fruited apples in grain bread production. *Polzunovskiy vestnik*, (2), 118-123. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2024.02.015. EDN: <https://PXSEPL>.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время питание значительной части населения мира характеризуется несоответствием между высоким уровнем потребления высококалорийной пищи с низким содержанием эссенциальных веществ и низким уровнем потребления энергии. Сегодня более чем когда-либо значительная часть населения нуждается в пище со сбалансированным составом аминокислот и жирных кислот для поддержания здоровья. Такой продукт может обеспечить человека необходимым количеством различных макро- и микроэлементов и, кроме того, не изменит привычный рацион и образ жизни. Для решения этой задачи обычно используются различные методы, одним из которых является внесение в рецептуру пищевых продуктов биологически активных веществ, которые обеспечивают существенное повышение пищевой ценности продуктов питания [1–3].

Кроме того, именно использование инновационных аппаратно-технологических решений позволяет реализовать нутриентный подход к формированию функциональных продуктов питания. А использование натуральных ингредиентов позволит не только минимизировать сезонность использования в питании функциональных продуктов, но и увеличить содержание функциональных ингредиентов, биологически активных веществ, усиливающих сопротивляемость организма

потребителя вызовам современности. Натуральное растительное сырье различных видов: овощи, фрукты, ягоды, пряно-ароматическое и т.д., может обеспечить производство конкурентоспособных полуфабрикатов с функциональными, прогнозируемыми структурно-механическими и органолептическими свойствами [1, 4, 5, 8, 9, 11].

Исследования по научному обоснованию путей и методов их рационального использования потенциальных возможностей растительного сырья для расширения ассортимента хлебобулочных изделий являются актуальными в настоящее время. Содержание химических компонентов растительного сырья дает возможность получения новых видов функциональных продуктов. При производстве хлеба необходимо сократить или исключить использование улучшителей и других пищевых добавок. Устранить этот недостаток можно за счет внесения в состав рецептурных компонентов биологически активных веществ, содержащихся в замороженных выжимках из мелкоплодных яблок, на основе которых был получен пектинсодержащий порошок [6, 10, 12, 13, 14].

Замороженные выжимки из мелкоплодных яблок представляют собой побочный продукт переработки мелкоплодных яблок и составляют 20–35 % сырого веса. Выжимки богаты минеральными веществами, пищевыми волокнами и полифенольными соединениями, кроме того, являются хорошим источником пектина.

Пищевые волокна выжимок состоят из целлюлозы, гемицеллюлозы и пектина. Пектин – один из основных компонентов пищевых волокон, присутствующих в яблочных выжимках, представляет собой природный макромолекулярный полисахарид [13–15].

Целью данного исследования является разработка способа производства зернового хлеба с использованием пектинсодержащего порошка.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать новый способ производства зернового хлеба с повышенной пищевой ценностью с использованием пектинсодержащего порошка из замороженных выжимок мелкоплодных яблок.

2. Исследовать органолептические и физико-химические показатели качества зернового хлеба с использованием пектинсодержащего порошка из замороженных выжимок мелкоплодных яблок.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект исследования – пектинсодержащий порошок из замороженных выжимок мелкоплодных яблок. Пектинсодержащий порошок получали из замороженных выжимок мелкоплодных яблок, который подвергали размораживанию в условиях СВЧ-нагрева при мощности 750 Вт в течение 10 мин, затем производили измельчение выжимок мелкоплодных яблок на ножевом измельчителе до размера частиц $d = 1,5\text{--}2,5$ мм, далее полученную яблочную массу направляли в экстрактор, где в присутствии лимонной кислоты доводили до pH среды 2,0–2,5 и частоте вращения 2500 об/мин при температуре 40–45 °C в течение 15–20 минут, в результате чего происходил гидролиз-экстрагирование. Полученную пектинсодержащую массу высушивали до содержания сухих веществ 88–90 %, затем высушенную пектинсодержащую массу измельчали до размера частиц 50 мкм. Полученный пектинсодержащий порошок с содержанием растворимого пектина составлял 75–80 % от растворимой фракции пектина в сырье [16].

Смесь нешелушеного зерна – пшеницы 60 % и ржи 40 %, которую промывали и замачивали на 12,5 ч при температуре 22–24 °C в воде до появления ростков размера не более 0,3 мм, далее проводили СВЧ-обработку зерна в микроволновой печи при мощности 900 Вт в течение 3 мин, затем зерно диспергировали до размера 3,0–4,0 мм. Для приготовления зернового хлеба в экспериментальных вариантах использовали однородную

зерновую массу из биоактивированного зерна пшеницы и ржи, варианты были выбраны на основе изменяющихся органолептических и физико-химических показателей с целью выявления трех наиболее приемлемых образцов зернового хлеба с внесением пектинсодержащего порошка. Контролем для исследования служил зерновой хлеб, приготовленный из увлажненного водой зерновой смеси пшеницы и ржи без внесения пектинсодержащего порошка [8, 10, 12].

Определение органолептических и физико-химических показателей качества готовых изделий проводили по общепринятым методам анализа в соответствии с ГОСТ 34165-2017 «Зерновые, зернобобовые и продукты их переработки» [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты, полученные при анализе пектинсодержащего порошка из замороженных выжимок мелкоплодных яблок, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели пектинсодержащего порошка, полученного из замороженных выжимок мелкоплодных яблок с использованием СВЧ-обработки

Table 1 - Physico-chemical parameters of pectin-containing powder obtained from frozen pomace of small-fruited apples using microwave processing

Наименование показателей	Рекомендуемая норма	Полученный пектинсодержащий порошок
Содержание сухих веществ, % не менее	85	89±0,15
Массовая доля водорастворимых пектиновых веществ, % не менее	65	77±0,05
Студнеобразующая способность, градусы Тарр-Бейкера, не менее	200	245±0,30
Массовая доля влаги, % не более	10	8,8±0,45

Анализ таблицы 1 показывает, что пектинсодержащий порошок из замороженных выжимок мелкоплодных яблок содержит значительное количество сухих веществ 89 ± 0,15 %, водорастворимых пектиновых веществ 77 ± 0,05, это объясняется концентрацией биологически активных соединений, которые содержатся в пектинсодержащем порошке из замороженных выжимок мелко-

ПЕКТИНСОДЕРЖАЩИЙ ПОРОШОК ИЗ ЗАМОРОЖЕННЫХ ВЫЖИМОК МЕЛКОПЛОДНЫХ ЯБЛОК В ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕРНОВОГО ХЛЕБА

плодных яблок с использованием СВЧ-обработки.

Для дальнейшего изучения был произведен расчет производственных рецептур на основе измельченной зерновой массы из биоактивированного зерна с внесением в рецептуру пектинсодержащего порошка, компонентный состав рецептуры зернового хлеба приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Компонентный состав рецептур зернового хлеба

Table 2 - Component composition of grain bread recipes

Наименование сырья	Расход сырья, г			
	Контр.	1	2	3
Измельченная зерновая масса из увлажненного водой зерна, г	100,0	100,0	100,0	100,0
Пектинсодержащий порошок из замороженных выжимок мелкоплодных яблок, %		5	10	15
Раствор поваренной пищевой соли, г	1,5	1,5	1,5	1,5
Суспензия дрожжей хлебопекарных пресованных, г	2,0	2,0	2,0	2,0
Вода питьевая, г	9,2	10,0	9,1	8,5
Итого	112,7	113,5	112,6	112,0

Контрольный и опытные образцы хлеба были приготовлены по безопасному способу, параметры технологического процесса производства зернового хлеба представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры технологического процесса производства зернового хлеба

Table 3 - Parameters of the technological process of grain bread production

Параметр	Контр.	1	2	3
Время замеса, мин	10	8	6	4
Время брожения, мин	60	60	80	100
Время выпечки, мин	35	35	35	35
Температура выпечки, °С	230	215	220	235

Выполненный анализ физико-химических показателей представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Анализ физико-химических показателей готовых изделий

Table 4 - Analysis of physical and chemical parameters of finished products

Наименование показателей	Результаты анализа по примерам			
	Контр.	1	2	3
Влажность, %	46	44	42	40
Кислотность, град	2,9	3,5	3,9	4,5
Пористость, %	55	60	65,8	63,5
Объемный выход хлеба, см ³ /100 г	196	212	245	238

Анализ таблицы 4 показывает, что образцы зернового хлеба с внесением пектинсодержащего порошка из замороженных выжимок мелкоплодных яблок имеют более развитую пористость и объемный выход готовых изделий.

Установлено, что с увеличением дозировки порошка пористость мякиша увеличилась от 9 до 19 %, объемный выход также увеличился от 6 до 25 % соответственно (таблица 4). Это объясняется тем, что пектинсодержащий порошок из замороженных выжимок мелкоплодных яблок позволяет обогащать хлебобулочные изделия биологически активными веществами, пищевыми волокнами, минеральными веществами, углеводами за счет разрушения высокомолекулярных полисахаридов (целлюлозы, клетчатки, крахмала), с высокой желирующей способностью за счет перевода протопектина в растворимый пектин. Изменение влажности зернового хлеба в процессе хранения представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Изменение влажности зернового хлеба в процессе хранения

Table 5 - Change in the moisture content of grain bread during storage

Образцы	Влажность, %		
	24 ч	48 ч	72 ч
Контр.	44,13	41,54	39,83
1	42,86	42,10	41,55
2	41,58	41,27	40,64
3	39,15	38,93	38,11

Анализ таблицы 5 позволяет сделать вывод о том, что в процессе хранения образцов зернового хлеба с внесением пектинсодержащего порошка из замороженных выжимок мелкоплодных яблок изменение влажности наблюдалось незначительно, в отличие

от изменения влажности контрольного образца, это связано с тем, что пектин является влагоудерживающим агентом, который формирует студнеобразные структуры, приводящий к снижению потери влаги и ретроградации крахмала при хранении, что объясняет

замедление процесса черствения и продление срока хранения зернового хлеба.

Для анализа органолептических показателей зернового хлеба была проведена сенсорная оценка готовых изделий, результаты которой представлены на рисунке 1.

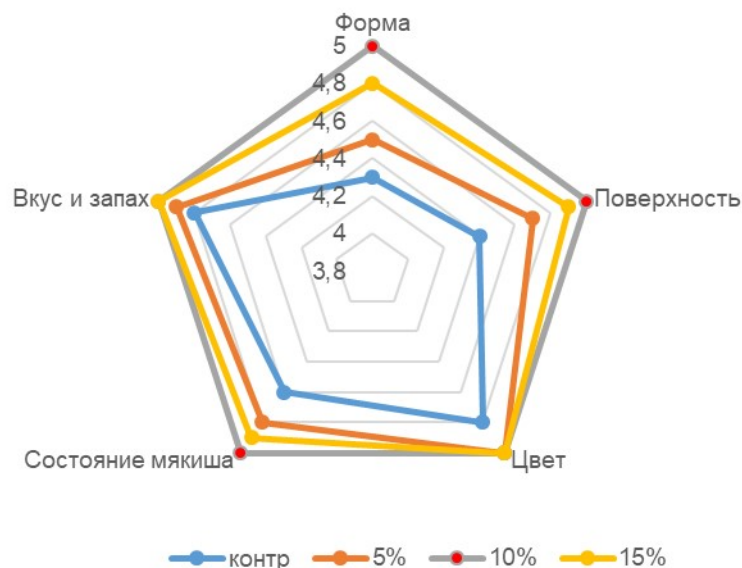


Рисунок 1 – Сенсорный анализ зернового хлеба с использованием пектинсодержащего порошка из замороженных выжимок мелкоплодных яблок

Figure 1 - Sensory analysis of grain bread using pectin-containing powder from frozen pomace of small-fruited apples

Сенсорный анализ зернового хлеба, представленный на рисунке 1, показывает, что образцы, приготовленные с добавлением пектинсодержащего порошка из замороженных выжимок мелкоплодных яблок, имеют вкус и запах, свойственный хлебу из пророщенного зерна пшеницы, с легким вкусом и ароматом яблок, близким к контрольному образцу. Экспериментальные образцы зернового хлеба имели правильную форму, с выпуклой верхней коркой, отсутствием боковых выплывов и трещин на поверхности, соответствующей хлебной форме, в которой производилась выпечка. Цвет золотисто-коричневый. Мякиш зернового хлеба развитый, без уплотнений, пропеченный, не заминающийся.

Предложенный способ производства зернового хлеба на основе пектинсодержащего порошка из замороженных выжимок мелкоплодных яблок позволяет улучшить органолептические и физико-химические показатели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получен пектинсодержащий порошок из замороженных выжимок мелкоплодных яблок, который содержит значительное количество сухих веществ $89 \pm 0,15$ %, водораство-

римых пектиновых веществ $77 \pm 0,05$ %, это объясняется концентрацией биологически активных соединений, которые содержатся в пектинсодержащем порошке из замороженных выжимок мелкоплодных яблок с использованием СВЧ-обработки.

Разработан новый способ производства зернового хлеба с использованием пектинсодержащего порошка с улучшенными органолептическими и физико-химическими показателями в соответствии с требованиями ГОСТ 25832-89 «Изделия хлебобулочные диетические. Технические условия». Кроме того, использование пектинсодержащего порошка позволит расширить и разнообразить ассортимент зернового хлеба.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винницкая В.Ф., Акишин Д.В., Перфилова О.В. Разработка и создание функциональных продуктов из растительного сырья в Мичуринском государственном аграрном университете // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2013. № 6. С. 83–86.

2. Kokh D.A., Kokh Z.A. Concentrated juice from fruits of small-fruited apple trees – As a semi-finished product for the food industry // AIP Confer-

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2 2024

ПЕКТИНОСОДЕРЖАЩИЙ ПОРОШОК ИЗ ЗАМОРОЖЕННЫХ ВЫЖИМОК МЕЛКОПЛОДНЫХ ЯБЛОК В ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕРНОВОГО ХЛЕБА

ence Proceedings, Ekaterinburg. Ekaterinburg, 2021. P. 020008. doi 10.1063/5.0068564.

3. Kokh D.A., Kokh Z.A. Use of pasta from seeds of *Carum carvi* in bakery // *Modern Science and Innovations*. 2021. № 2 (34). P. 140–145. doi 10.37493/2307-910X.2021.2.13.

4. Бисчокова Ф.А., Бориева Л.З., Шогенова И.Б. Применение полуфабрикатов из дикорастущего сырья для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий // *Новые технологии*. 2020. № 1. С. 11–20. doi 10.24411/2072-0920-2020-10101.

5. Буховец В.А., Ефимова Д.В., Давыдова Л.В. Разработка технологии производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности // *Техника и технология пищевых производств*. 2019. Т. 49, № 2. С. 193–200. doi 10.21603/2074-9414-2019-2-193-200.

6. Горячева Г.Н., Савенкова Т.В., Тарасенко Ю.А. Особенности использования фруктовых годных полуфабрикатов // *Кондитерское производство*. 2006. № 1. С. 13.

7. ГОСТ 25832-89 «Изделия хлебобучные диетические. Технические условия». М. : Госстандарт. 1993. 14 с

8. Кох Д.А. Использование полуфабриката из плодов мелкоплодных яблонь Красноярского края в технологии яблочно-зернового хлеба / Д.А. Кох, Ж.А. Кох // *Хлебопродукты*. 2023. № 7. С. 62–64. DOI 10.32462/0235-2508-2023-32-7-62-64.

9. Кох Д.А., Кох Ж.А. Функциональный ингредиент в производстве ржаного // *Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 20–22 апреля 2021 года. Том 1 Часть 2*. Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2021. С. 298–302. EDN YNHTMP.

10. Кох Д.А. Изменение физико-химического состава плодов мелкоплодных яблочек в процессе замораживания // *Вестник КрасГАУ*. 2010. № 10 (49). С. 232–234.

11. Кох Д.А., Кох Ж.А. Полуфабрикат для пищевой промышленности из плодов мелкоплодных яблочек // *Актуальные вопросы переработки и формирования качества продукции АПК: Материалы международной научной конференции, Красноярск, 24 ноября 2021 года*. Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2021. С. 83–86.

12. Пат. № 2785378 РФ. Способ производства яблочно-зернового хлеба / Д.А. Кох, Ж.А. Кох : № 2021132598 : заявл. 08.11.2021 : опубл. 07.12.2022, Бюл. № 34. 15 с ; заявитель : ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет».

13. Перфилова О.В., Бабушкин В.А., Ананских В.В. Ресурсосберегающая технология переработки яблок // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. 2017. № 6(20). С. 21–28.

14. Тимакова Р.Т. Оценка качества пшеничного хлеба, обогащенного натуральным яблочным сырьем // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия : Процессы и аппараты пищевых производств*. 2020. № 2(44). С. 22–28. doi 10.17586/2310-1164-2020-10-2-21-28.

15. Типсина Н.Н. Кох Д.А., Туманова А.Е. Использование растительного сырья в производстве кондитерских и хлебобулочных изделий // *Кондитерское и хлебопекарное производство*. 2014. № 3-4(148). С. 42–43.

16. Пат. № 2804865 РФ. Способ получения пектинового порошка из выжимок мелкоплодных яблочек / Д.А. Кох : № 2023100960: заявл. 17.01.2023: опубл. 09.10.2023, Бюл. № 28. 15 с. Заявитель ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет».

Информация об авторах

Д. А. Кох – к.т.н., доцент кафедры технологии хлебопекарного, кондитерских и макаронных производств ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет».

Ж. А. Кох – к.т.н., доцент кафедры технологии, оборудования бродильных и пищевых производств ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет».

Information about the authors

D.A. Kokh - Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department, of technology of bakery, confectionery and pasta production FSBEI HE Krasnoyarsk State Agrarian University.

Zh.A. Kokh - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, equipment of fermentation and food production of FSBEI VO "Krasnoyarsk State Agrarian University".

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 29 июля 2023; одобрена после рецензирования 29 февраля 2024; принята к публикации 06 мая 2024.

The article was received by the editorial board on 29 July 2023; approved after editing on 29 Feb 2024; accepted for publication on 06 May 2024.