



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)
УДК 664.77

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.004

EDN: EHGDSJ

ГИДРОТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ГРЕЧИХИ С ДВУХЭТАПНЫМ УВЛАЖНЕНИЕМ ЗЕРНА В ШНЕКОВОЙ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКЕ

Людмила Витальевна Анисимова ¹, Сергей Владимирович Якушев ²,
Андрей Евгеньевич Земеров ³

¹ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия, anislv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7900-2935>

² ООО "Агро-ПроектСтрой", Барнаул, Россия, swy79@mail.ru

³ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия, z-andrey@rambler.ru

Аннотация. Изучен процесс гидротермической обработки (ГТО) гречихи, включающий двухэтапное увлажнение зерна в шнековой вакуумной установке, отволаживание после каждого этапа увлажнения и сушку.

В исследованиях использовали зерно гречихи урожая 2021 г., выращенное в Алтайском крае. Зерно шелушили на лабораторном вальцедековом станке. На шелушение направляли I фракцию гречихи, прошедшую ГТО. Продукты шелушения сортировали на наборе сит (металлотканом № 08 и пробивном с отверстиями 1,7×20 мм), лузгу отвеивали на лабораторном аспираторе.

На основании результатов предварительно проведенных однофакторных экспериментов разработан и реализован план полного факторного эксперимента ПФЭ 2³. С учетом того, что в более ранних исследованиях были подобраны значения части основных факторов изучаемого процесса ГТО, а именно: влажность зерна после первого увлажнения 22±0,2 %; длительность отволаживания после первого увлажнения 4 ч; остаточное давление воздуха в установке при первом и втором увлажнении 0,05 МПа; длительность отволаживания после второго увлажнения 4 ч, в качестве варьируемых были выбраны оставшиеся факторы: влажность зерна после второго увлажнения и параметры процесса сушки – температура агента сушки и влажность зерна после сушки.

После реализации полного факторного эксперимента и обработки экспериментальных данных составлены уравнения регрессии, адекватно описывающие процесс ГТО гречихи, для коэффициентов цельности ядра и шелушения зерна, рассматриваемых в качестве выхода процесса. На основе уравнения регрессии для коэффициента цельности ядра составлена и реализована программа оптимизации с использованием процедуры Бокса-Уилсона.

С учетом реализации однофакторных и многофакторного экспериментов получены следующие оптимальные условия ГТО гречихи с двукратным увлажнением, отволаживанием и сушкой зерна: влажность зерна после второго увлажнения – 30±0,5 %; остаточное давление воздуха в шнековой вакуумной установке – 0,05 МПа; влажность зерна после сушки – 13,5–14,0 %, температура агента сушки – 165–170 °С.

Ключевые слова: зерно, гречиха, гидротермическая обработка, увлажнение, отволаживание, сушка, шнековая вакуумная установка, лабораторный вальцедековый станок, коэффициент цельности ядра, коэффициент шелушения, полный факторный эксперимент.

Для цитирования: Анисимова Л. В., Якушев С. В., Земеров А. Е. Гидротермическая обработка гречихи с двухэтапным увлажнением зерна в шнековой вакуумной установке // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 33–38. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.004. EDN: <https://elibrary.ru/EHGDSJ>.

Original article

HYDROTHERMAL TREATMENT OF BUCKWHEAT WITH TWO-STAGE GRAIN MOISTENING IN A SCREW VACUUM INSTALLATION

Ludmila V. Anisimova ¹, Sergey V. Yakushev ², Andrey E. Zemerov ³

^{1,3} Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia

¹ anislv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7900-2935>

³ z-andrey@rambler.ru

² Agro-Projectstroy LLC, Barnaul, Russia, swy79@mail.ru

Abstract. *The process of hydrothermal treatment (HT) of buckwheat, including two-stage grain moistening in a screw vacuum installation, resting after each stage of moistening and drying, has been studied. In the research, buckwheat grain of the 2021 harvest, grown in the Altai Territory, was used. The grain was husked on a laboratory huller. The first fraction of buckwheat that passed the HT was sent for husking. The husking products were sorted on a set of sieves (with a metal cloth sieve No. 08 and with holes of 1.7×20 mm), the husk was sifted on a laboratory aspirator. Based on the results of previously conducted single-factor experiments, a plan for a complete factor experiment of CFE 2³ was developed and implemented. Taking into account the fact that in earlier studies, the values of some of the main factors of the HT process under study were selected, namely: grain moisture after the first moistening of 22 ± 0.2%; the duration of resting after the first moistening of 4 hours; residual air pressure in the installation during the first and second moistening of 0.05 MPa; duration of resting after the second moistening is 4 h, the remaining factors were selected as variable factors: grain moisture after the second moistening and drying process parameters - drying agent temperature and grain moisture after drying.*

After the implementation of the complete factor experiment and the processing of experimental data, regression equations has been drawn up that adequately describe the buckwheat HT process for the kernel integrity and grain husking coefficients considered as the process yield. Based on the regression equation for the kernel integrity coefficient, an optimization program using the Box-Wilson procedure has been drawn up and implemented.

Taking into account the implementation of one-factor and multifactor experiments, the following optimal conditions of buckwheat HT with double moistening, resting and grain drying were obtained: grain humidity after the second moistening - 30±0,5 %; residual air pressure in the screw vacuum unit - 0.05 MPa; grain humidity after drying - 13.5-14.0%, drying agent temperature - 165-170 °C.

Keywords: *grain, buckwheat, hydrothermal treatment, moistening, resting, drying, screw vacuum installation, laboratory huller, coefficient kernel integrity, grain husking coefficient, complete factor experiment.*

For citation: Anisimova, L. V., Yakushev, S. V., Zemerov, A. E. (2022). Hydrothermal treatment of buckwheat with two-stage grain moistening in a screw vacuum installation. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 33-38. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.004. EDN: <https://elibrary.ru/EHGDSJ>.

ВВЕДЕНИЕ

Гречиха находит все большее применение в различных отраслях пищевой промышленности.

Россия по праву считается одним из крупнейших производителей и потребителей продуктов переработки зерна гречихи. Валовой сбор гречихи, тыс. т, в России составил: 2014 г. – 662; 2015 г. – 861; 2016 г. – 1187; 2017 г. – 1525; 2018 г. – 932; 2019 г. – 786; 2020 г. – 892; 2021 г. – 921 [1]. Наметившаяся тенденция снижения сбора гречихи в 2018–

2020 гг. преодолена в 2021 г., и есть основания полагать, что в 2022 г. гречихи будет собрано больше, чем в предыдущем году. Ключевым регионом по возделыванию гречихи в стране называют Алтайский край. Доля Алтайского края в общем валовом сборе гречихи в отдельные годы превышает 50 % [2].

Зерно гречихи содержит множество питательных веществ, основными из которых являются белки, углеводы, пищевые волокна, липиды, полифенолы, в том числе рутин, микро- и макроэлементы [3]. Основные белковые фракции зерна – водорастворимые и

солерастворимые альбумины и глобулины, составляющие почти половину всех белков гречневой крупы [4, 5]. Аминокислотный состав белков гречихи хорошо сбалансирован и имеет высокую биологическую ценность [6]. Липиды гречихи отличаются от остальных зерновых культур большим содержанием связанных липидов, фосфолипидов и токоферолов [5]. Антагонист холестерина – жироподобное вещество – лецитин, содержащийся в зерне гречихи, делает крупу и муку из нее диетическими продуктами [7]. Гречиха является важным источником микроэлементов, таких как: Zn, Cu, Mn, Se [8], и макроэлементов: K, Na, Ca, Mg [9].

Производство гречневой крупы в нашей стране осуществляют, как правило, с использованием гидротермической обработки (ГТО) зерна, так как это существенно повышает выход готовой продукции. Большинство предприятий по переработке гречихи ведут производственный процесс, используя пропаривание и сушку зерна, что связано с высокими энергозатратами. С учетом возрастающего спроса на гречневую муку встает вопрос о поиске альтернативы данному способу ГТО ввиду того, что мука, производимая из пропаренной крупы, имеет темный цвет и ярко выраженный аромат, что, в свою очередь, передается продуктам, полученным на её основе [10].

Одной из изучаемых в АлтГТУ альтернатив является способ ГТО гречихи при производстве крупы, включающий увлажнение зерна в шнековой вакуумной установке, отволаживание и сушку. Мука, полученная из такой крупы, имеет более светлый цвет и менее выраженный аромат, что положительно сказывается на продуктах, в рецептуре которых она использована. В исследованиях [11] рекомендовано увлажнять зерно гречихи до влажности не менее 28 %. Однако указанную степень увлажнения зерна при однократном пропуске гречихи через вакуумную установку получить достаточно сложно. Было сделано предположение о возможности двухэтапного увлажнения зерна гречихи. Проведенные исследования [12] показали, что двукратное увлажнение зерна в шнековой вакуумной установке позволяет стабильно доводить влажность зерна гречихи до требуемого уровня.

Целью данной работы явился поиск оптимальных режимов способа гидротермической обработки зерна с двукратным увлажнением гречихи в шнековой вакуумной установке, отволаживанием и сушкой.

МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ

В исследованиях использовали зерно гречихи урожая 2021 г., выращенное в Алтайском крае, влажностью 12,2 %, массой 1000 зерен 27,8 г, пленчатостью 22,5 %.

Гидротермическая обработка включала в себя двукратное увлажнение зерна в шнековой вакуумной установке [13] с отволаживанием после каждого этапа увлажнения и сушку в лабораторной сушилке конвективного типа.

Шелушили гречиху в лабораторном вальцедековом станке. На шелушение направляли I фракцию зерна, прошедшего ГТО. Продукты шелушения сортировали на наборе сит (проход через металлочанное сито № 08 – мучка, проход через сито с отверстиями 1,7×20 мм – дробленое ядро, сход с сита 1,7×20 мм – шелушеное ядро и нешелушенные зерна). Лузгу отвеивали на лабораторном аспираторе. Эффективность шелушения оценивали двумя показателями: коэффициентом шелушения и коэффициентом цельности ядра.

При определении качества зерна использовали действующую нормативную документацию.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На результат процесса гидротермической обработки гречихи при двукратном увлажнении в шнековой вакуумной установке и отволаживании зерна и последующей его сушке влияют следующие основные факторы:

- влажность зерна после первого увлажнения в шнековой вакуумной установке $W_{з1}$, %;
- остаточное давление воздуха в установке при первом увлажнении p_1 , МПа;
- длительность отволаживания зерна после первого увлажнения $t_{отв1}$, ч;
- влажность зерна после второго увлажнения в шнековой вакуумной установке $W_{з2}$, %;
- остаточное давление воздуха в установке при втором увлажнении p_2 , МПа;
- длительность отволаживания зерна после второго увлажнения $t_{отв2}$, ч;
- температура агента сушки $t_{ас}$, °С;
- влажность зерна после сушки $W_{зс}$, %.

Влажность зерна после первого увлажнения в шнековой вакуумной установке, длительность отволаживания зерна после первого увлажнения, длительность отволаживания зерна после второго увлажнения, остаточное давление воздуха в установке при первом и втором увлажнении получены в предшествующей работе [12] и составили:

$W_{з1} = 22 \pm 0,2 \%$; $T_{отв1} = 4$ ч; $p_1 = 0,05$ МПа; $T_{отв2} = 4$ ч; $p_2 = 0,05$ МПа.

Влажность зерна после второго увлажнения в шнековой вакуумной установке, температуру агента сушки и влажность зерна после сушки предварительно определили в однофакторных экспериментах, исследуя влияние перечисленных факторов на коэффициенты цельности ядра и шелушения зерна.

По результатам этих экспериментов рекомендовали увлажнять зерно на втором этапе до влажности 30–31 %, сушить зерно в процессе ГТО при температуре агента сушки 160 °С до влажности 14,5 %.

Для проведения опытов с получением наиболее точных экспериментальных данных при минимальном количестве опытов требуется процедура выбора их числа и условий проведения, необходимых также для нахождения оптимальных параметров исследуемого процесса. Нами использован полный факторный эксперимент 2^k (ПФЭ 2^k). Так как рассматривали влияние трех факторов (влажности зерна после увлажнения на 2-ом этапе, температуры агента сушки и влажности зерна после сушки) на выход процесса, приняли значение $k = 3$. Выход процесса оценивали коэффициентом цельности ядра (y_1) и коэффициентом шелушения зерна (y_2).

Уровни изменения факторов назначили с учетом результатов, полученных в однофакторных экспериментах (таблица 1).

Далее была разработана и реализована программа полного факторного эксперимента ПФЭ 2^3 . Опыты проводили в двух повторностях. По полученным результатам рассчитали коэффициенты в уравнениях регрессии.

Таблица 2 – Уравнения регрессии

Table 2 - Regression Equations

Выход процесса	Уравнение регрессии
Коэффициент цельности ядра	$y_1 = 0,84 + 0,04 \cdot x_1 + 0,02 \cdot x_2 + 0,05 \cdot x_3 - 0,01 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,01 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,01 \cdot x_1 \cdot x_3$
Коэффициент шелушения зерна, %	$y_2 = 61,69 - 3,53 \cdot x_1 + 2,39 \cdot x_2 - 2,59 \cdot x_3 - 2,50 \cdot x_1 \cdot x_2 + 1,11 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,42 \cdot x_1 \cdot x_3 - 1,70 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$

Таблица 3 – Программа оптимизации и результаты ее реализации

Table 3 - Optimization program and results of its implementation

Опыт программы оптимизации	Фактор			Выход процесса	
	влажность зерна после 2-го увлажнения, %	температура агента сушки, °С	влажность зерна после сушки, %	коэффициент цельности ядра, %	коэффициент шелушения, %
0	28,0	160	12,0	0,85	0,70
I	29,4	165	13,3	0,87	0,74
II	31,8	170	15,4	0,92	0,72

Таблица 1 – Уровни изменения факторов

Table 1 - Levels of change in factors

Фактор	Переменная	Уровень фактора			Шаг
		нижний	центр	верхний	
Влажность зерна после 2-го увлажнения, %	x_1	24	28	32	4
Температура агента сушки, °С	x_2	130	160	190	30
Влажность зерна после сушки, %	x_3	9	12	15	3

После статистического анализа значимости коэффициентов уравнений с использованием критерия Стьюдента и проверки адекватности уравнений экспериментальным данным по критерию Фишера получили уравнения регрессии, адекватно описывающие процесс ГТО зерна гречихи (таблица 2).

Полученные уравнения регрессии использовали для разработки программы оптимизации.

Программу оптимизации с учетом межфакторных взаимодействий (процедура Бокса-Уилсона) составили на основе уравнения регрессии для коэффициента цельности ядра. Программа оптимизации и результаты ее реализации приведены в таблице 3.

ГИДРОТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ГРЕЧИХИ С ДВУХЭТАПНЫМ УВЛАЖНЕНИЕМ ЗЕРНА В ШНЕКОВОЙ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКЕ

По результатам реализации программы оптимизации лучшими условиями считаем следующие: влажность зерна после второго увлажнения – 29,5–30,0 %; температура агента сушки – 165–170 °С, влажность зерна после сушки – 13,5–14,0 %. Несмотря на то, что коэффициент цельности ядра в опыте II выше, чем в опыте I, влажность зерна после сушки в опыте II составляет 15,4 %, что в процессе производства может привести к получению муки нестандартного качества. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях рекомендуют сушить зерно гречихи при ГТО до влажности не выше 13,5 % [14].

ВЫВОДЫ

Окончательно, с учетом реализации однофакторных и многофакторного экспериментов получили следующие оптимальные условия ГТО гречихи с двукратным увлажнением, отволаживанием и сушкой зерна:

- влажность зерна после второго увлажнения – $30 \pm 0,5$ %;
- температура агента сушки – 165–170 °С;
- влажность зерна после сушки – 13,5–14,0 %.

При этом влажность зерна после первого увлажнения составила $22 \pm 0,2$ %, остаточное давление воздуха в установке при обоих этапах увлажнения – 0,05 МПа, длительность отволаживания после обоих этапов увлажнения – 4 ч.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рынок круп (рис, гречка, геркулес, пшено) в России: итоги 2021 года. – Режим доступа: <https://www.moshol14.ru/press-centr/novosti-rynka/gynok-krup>.
2. Рынок гречихи и гречневой крупы - тенденции и прогнозы. – Режим доступа: <https://ab-centre.ru/news/rynok-grechih-i-grechnevoy-kрупы---tendencii-i-prognozy>.
3. Christa, K. Buckwheat grains and buckwheat products – nutritional and prophylactic value of their components – a review / K. Christa., M. Soral-Šmietana // Czech J. Food Sci. – 2008. – Vol. 26 (3). – P. 153–162.
4. Анисимова, Л.В. Влияние гидротермической обработки зерна на белковый комплекс крупяных продуктов / Л.В. Анисимова // Ползуновский вестник. – 2012. – № 2/2. – С. 158–162.
5. Залеская, Е.В. Влияние гидротермической обработки на технологические свойства зерна гречихи, белковый и липидный компоненты крупы: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.02 / Залеская Елена Вадимовна. – Москва, 1976. – 22 с.

6. Kato, N. Nutritional and physiological functions of buckwheat protein / N. Kato, J. Kayashita, H. Tomotake // Recent Research Development Nutrition. – 2001. – 4. – P. 113–119.

7. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко. – СПб. : ГИОРД, 2005. – 512 с.

8. Stibilj, V. Enhanced selenium content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds by foliar fertilization / V. Stibilj, I. Kreft, P. Smrkolj, J. Osvald // European Food Research and Technology. – 2004. – 219. – P. 142–144.

9. Wei, Y. Studies on the amino acid and mineral content of buckwheat protein fractions / Y. Wei, X. Hu, G. Zhang, S. Ouyang // Nahrung. – 2003. – 47(2). – P. 114–116.

10. Анисимова, Л.В. Влияние гидротермической обработки зерна гречихи на зольность и беллизну крупы и муки / Л.В. Анисимова, С.В. Якушев // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2004. – № 4. – С. 33–35.

11. Малютин, А.В. Влияние гидротермической обработки гречихи с интенсивным увлажнением зерна на эффективность его шелушения / А.В. Малютин, А.Ю. Бавыкин, С.В. Якушев, Л.В. Анисимова // Горизонты образования. – 2018. – № 20. – С. 4–22.

12. Бавыкин, А.Е. Исследование гидротермической обработки гречихи с двухэтапным увлажнением зерна под вакуумом / А.Е. Бавыкин, С.В. Якушев, Л.В. Анисимова // В сборнике: Наука и молодежь. Материалы XVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Министерство науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова». – 2019. – С. 321–324.

13. Патент 2527294 С2 Российская Федерация, МПК В02В 1/04. Устройство для интенсивного увлажнения зерна : № 2012154778/13 : заявл. 17.12.2012 : опубл. 27.06.2014 / Анисимова Л.В., Якушев С.В., Выборнов А.А. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова». – 6 с.

14. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях. Часть 1. – Москва : ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1990. – 81 с.

Информация об авторах

Л. В. Анисимова – к.т.н., доцент, доцент кафедры ТХПЗ ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.

С. В. Якушев – директор ООО Агро-ПроектСтрой.

А. Е. Земеров – магистрант кафедры ТХПЗ ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.

REFERENCES

1. The market of cereals (rice, buckwheat, hercules, millet) in Russia: results of 2021. (2021). Retrieved from <https://www.moshol14.ru/press-centr/novosti-rynka/rynok-krup>. (In Russ.).
2. Buckwheat and buckwheat groats market - trends and forecasts. Retrieved from <https://ab-centre.ru/news/rynok-grechih-i-grechnevoy-krupy-tendencii-i-prognozy>. (In Russ.).
3. Christa, K. (2008). Buckwheat grains and buckwheat products – nutritional and prophylactic value of their components – a review. *Czech J. Food Sci.* 26 (3). 153-162.
4. Anisimova, L.V. (2012). Influence of hydrothermal processing of grain on the protein complex of grain products. *Polzunovskiy vestnik.* 2(2). 158-162. (In Russ.).
5. Zaleskaya, E.V. (1976). Influence of hydrothermal processing on the technological properties of grain, protein and lipid components of cereals. *Extended abstract of Candidates thesis.* Moscow. (In Russ.).
6. Kato, N., Kayashita, J & Tomotake, H. (2001). Nutritional and physiological functions of buckwheat protein. *Recent Research Development Nutrition.* 4, 113-119.
7. Kazakov, E.D. & Karpilenko, G.P. (2005). *Biochemistry of grain and grain products.* St. Petersburg: GIOR, 512 p. (In Russ.).
8. Stibilj, V., Kreft, I., Smrkolj, P. & Osvald, J. (2004). Enhanced selenium content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds by foliar fertilization. *European Food Research and Technology.* 219. 142-144.
9. Wei, Y., Hu, X., Zhang, G. & Ouyang, S. (2003). Studies on the amino acid and mineral content of buckwheat protein fractions. *Nahrung.* 47(2). 114-116.
10. Anisimova, L.V., Yakushev S.V. (2004). The influence of hydrothermal processing of buckwheat grain

on the ash content and whiteness of cereals and flour. *Izvestia of higher educational institutions. Food technology.* 4. 33-35. (In Russ.).

11. Malyutin, A.V., Bavykin, A.Y., S.V., Yakushev & L.V., Anisimova (2018). The influence of hydrothermal treatment of buckwheat with intensive moistening of grain on the effectiveness of its peeling. *Horizons of education.* 20. 4-22. (In Russ.).

12. Bavykin, A.E., Yakushev, S.V. & Anisimova, L.V. (2019). Investigation of hydrothermal processing of buckwheat with two-stage grain cooling under vacuum. In the collection: Science and Youth. Materials of the XVI All-Russian Scientific and Technical Conference of students, postgraduates and young scientists. Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Polzunov Altai State Technical University. 321-324. (In Russ.).

13. Anisimova, L.V., Yakushev, S.V. & Vybornov A.A. (2012). Device for intensive moistening of grain. *Russian Federation Patent 2527294 C2*, publ. 27.06.2014. (In Russ.).

14. *Rules for the organization and management of the technological process at cereal enterprises. Part 1.* (1990). Moscow: TSNIITEI khleboproduktov. (In Russ.).

Information about the authors

L. V. Anisimova - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of TKHPZ of Polzunov Altai State Technical University.

S. V. Yakushev - Director of Agro-Projectstroy LLC.

A. E. Zemerov - Master's student of the Department of TKHPZ of Polzunov Altai State Technical University.

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

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.