

Научная статья

УДК: 636.082

Код ВАК: 4.2.5

doi: 10.24412/2078-1318-2024-1-87-94

ИНТЕНСИВНОСТЬ ОНТОГЕНЕЗА И МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЕРВОТЕЛОК ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ

К.А. Скакунова¹ ✉, В.С. Грачев¹, С.А. Брагинец¹

¹Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
г. Пушкин, г. Санкт-Петербург, Россия

✉ skakunova-kristina@mail.ru

Реферат. В статье рассматриваются показатели онтогенеза молочных телок в различные возрастные периоды, выраженные в живой массе, анализируются промеры первотелок и показатели их молочной продуктивности. В исследования включены данные о 1571 животном голштинской породы в одном из выдающихся современных хозяйств – племенном заводе «Детскосельский». Установлено, что живая масса телок в разном возрасте достаточно выровненная (коэффициенты изменчивости находятся на уровне 3,68–7,54%). Анализ основных промеров первотелок говорит о том, что все животные достаточно крупные, изменчивость промеров невелика (2,87–3,85%). Наименее изменчивым оказался обхват груди. Анализ взаимосвязи живой массы в разном возрасте и надоя за первую лактацию показал, что в основном она практически отсутствует. Обнаружена лишь достаточно слабая положительная связь (0,19) между живой массой по первой лактации и надоем. Это говорит о том, что максимальные надои проявили более массивные первотелки, но эта связь, очевидно, была криволинейной. Более существенной оказалась взаимосвязь надоя с промерами. Так, коэффициент корреляции надоя с косой длиной туловища составил 0,25, а с обхватом туловища – 0,17. Соответственно, максимальные надои проявляют животные с более удлиненным туловищем и чуть более массивные. Наиболее существенными оказались коэффициенты корреляции между живой массой в разные возрастные периоды (кроме живой массы при рождении) и возрастом первого осеменения. Телки, осемененные ранее других, сохраняли высокую интенсивность онтогенеза во все возрастные периоды. Это дает возможность проводить среди них отбор по скороспелости уже в раннем возрасте, начиная с 6 месяцев.

Ключевые слова: молочная продуктивность, первотелка, надой, возраст первого осеменения, онтогенез, живая масса, промеры

Цитирование. Скакунова К.А., Грачев В.С., Брагинец С.А. Интенсивность онтогенеза и молочная продуктивность первотелок голштинской породы // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1 (75). – С. 87–94, doi: 10.24412/2078-1318-2024-1-87-94.

ONTOGENESIS INTENSITY AND MILK PRODUCTIVITY
OF HOLSTEIN FIRST-CALVING COWSK.A. Skakunova¹✉, V.S. Grachev¹, S.A. Braginets¹¹Saint-Petersburg State Agrarian University,
Pushkin, Saint Petersburg

✉ skakunova-kristina@mail.ru

Abstract. The article deals with the indicators of ontogenesis of dairy heifers at different age periods expressed in live weight, analyses the measurements of first-calf heifers and their milk productivity indicators. The research includes data on 1571 animals of Holstein breed in one of the outstanding modern farms – breeding plant "Detskoselsky". It is found that the live weight of heifers at different ages is quite equalized (coefficients of variability are at the level of 3,68–7,54%). The analysis of the main measurements of the first heifers shows that all animals are large enough, the variability of measurements is not high (2,87–3,85%). Breast girth was the least variable. Analyses of the relationship between live weight at different ages and milk yield in the first lactation showed that in general it is practically absent. Only a rather weak positive relationship (0,19) between live weight in the first lactation and milk yield was found. This indicates that more massive first heifers showed maximum milk yields, but this relationship was obviously curvilinear. The relationship between milk yield and measurements was more significant. Thus, the correlation coefficient of milk yield with oblique torso length was 0,25, and with torso girth 0,17. Accordingly, animals with a longer torso and slightly more massive animals showed maximum milk yields. Correlation coefficients between live weight at different ages (except live weight at birth) and age of first insemination were the most significant. Heifers inseminated earlier than others maintained high intensity of ontogenesis in all age periods. This makes it possible to select them for early maturity, starting from six months of age.

Keywords: milk productivity, first calving cow, milk yield, age of first insemination, ontogenesis, live weight, measurements

Citation. Skakunova, K.A., Grachev, V.S., Braginets, S.A. (2024) 'Ontogenesis intensity and milk productivity of Holstein first-calving cows', *Izvestiya of Saint-Petersburg State Agrarian University*, vol. 75, no. 1, pp. 87–94. (In Russ.), doi: 10.24412/2078-1318-2024-1-87-94.

Введение. Основной целью молочного скотоводства является достижение максимальной продуктивности при минимальных затратах. Высокопродуктивное стадо молочных коров имеет ряд особенностей, обусловленных генетическим потенциалом и применяемыми технологиями [1, 2].

Чрезвычайно большое значение для молочного скотоводства имеют вопросы роста и развития тёлочек. Этим вопросам уделяют внимание многие ведущие учёные, которые считают, что от интенсивности формирования живой массы ремонтных тёлочек зависит уровень молочной продуктивности будущих коров. Поэтому уровень интенсивности выращивания ремонтных тёлочек должен учитывать биологические особенности роста, обеспечивать хорошее развитие органов пищеварения, формирование прочного экстерьерно-конституционального типа, высокую продуктивность, развитие репродуктивной функции и длительный период хозяйственного использования животных [3–6].

В последнее время появились телки с высокой энергией роста, которые достигают необходимой для осеменения живой массы уже в возрасте 13–15 мес. Однако, как показывают исследования, раннее осеменение телок в последующем может негативно сказаться на состоянии их здоровья, уровне продуктивности и продолжительности хозяйственного использования [7–9].

На молочную продуктивность коров влияет множество факторов, среди которых наиболее значимыми являются генотип животного, условия кормления и содержания, интенсивность его использования и уровень племенной работы со стадом [10–12].

Цель исследования – анализ показателей живой массы, промеров, продуктивных качеств коров-первотелок голштинской породы, а также рассмотрение взаимосвязи между ними, изучение возможностей прогноза возраста первого осеменения и продуктивности по показателям онтогенеза.

Материалы, методы и объекты исследования. Объектом исследований послужило поголовье высокопродуктивного молочного скота одного из ведущих хозяйств Ленинградской области – племенного завода «Детскосельский». Материалом для анализа стали данные зоотехнического учёта за 2018–2023 гг. независимо от происхождения и генеалогической принадлежности коров. Все животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания, полностью соответствующих зоогигиеническим требованиям. Всего было проанализировано 1571 животное, введенное в стадо за указанный период. В исследование включались только коровы, закончившие первую лактацию. Был сделан ретроспективный анализ их онтогенеза от рождения до первого осеменения, а также по первой лактации.

Для анализа данных и их биометрической обработки использовался Пакет анализа программы MS Excel [13].

Рассчитывались такие селекционно-генетические параметры, как средняя арифметическая, стандартное отклонение, коэффициент изменчивости, лимиты. Также были вычислены коэффициенты корреляции для определения взаимосвязи между хозяйственно-полезными признаками.

Результаты исследования. Одним из ключевых факторов для повышения продуктивности животных в молочных хозяйствах является комплектование основного стада первотелками, проверенными по продуктивности. В табл. 1 представлены результаты анализа молочной продуктивности первотелок.

Таблица 1. Характеристика молочной продуктивности первотелок (n = 1571)
Table 1. Characteristics of milk productivity first calving (n = 1571)

Признак	Селекционно-генетические параметры			
	$\bar{X} \pm m$	σ	$C_v, \%$	lim
Надой за 305 сут., кг	$8612 \pm 33,4$	1325,4	15,4	4602...13417
МДЖ, %	$3,91 \pm 0,01$	0,31	7,9	3,11...5,25
МДБ, %	$3,08 \pm 0,003$	0,15	4,8	2,71...3,97

Анализ данных табл. 1 позволяет сделать вывод о достаточно высокой продуктивности первотелок в данном хозяйстве. Так, средний надой составил 8612 кг с колебаниями от 4602 до 13417 кг. Также они отличаются значительными показателями массовой доли жира и белка

в молоке (3,91% и 3,08% соответственно). Наиболее изменчивым из всех признаков оказался надой за 305 сут. ($C_v = 15,4\%$). Изменчивость массовой доли жира не превысила 7,96%. Минимальная изменчивость выявлена у массовой доли белка в молоке ($c_v = 4,8\%$).

В табл. 2 приведена характеристика показателей живой массы первотелок в различные возрастные периоды.

Таблица 2. Живая масса первотелок в разном возрасте

Table 2. Live weight of first calving at different ages

Живая масса в возрасте, кг	Селекционно-генетические параметры			
	$\bar{X} \pm m$	σ	$C_v, \%$	lim
При рождении	$33 \pm 0,06$	2,5	7,5	20...52
6 мес.	$182 \pm 0,45$	17,8	9,8	113...286
10 мес.	$285 \pm 0,52$	20,8	7,3	208...364
12 мес.	$332 \pm 0,58$	22,7	6,9	244...398
18 мес.	$467 \pm 0,76$	30,1	6,4	342...554
При первом осеменении	$412 \pm 0,38$	15,2	3,7	376...485
По первой лактации	$631 \pm 0,89$	35,5	5,6	497...743
Возраст первого осеменения, мес.	$15 \pm 0,03$	1,0	6,8	11...21

Живая масса телок при рождении в среднем составила 33 кг и возросла до 631 кг при первой лактации. Животные во все возрастные периоды достаточно массивные, а также хорошо выравнены по этому показателю. Наибольшим оказался коэффициент изменчивости живой массы в возрасте 6 мес. ($C_v = 9,78\%$), а наименьшим – при первом осеменении ($C_v = 3,68\%$). Это объясняется тем, что большинство первотелок осеменяются только после достижения необходимой живой массы, поэтому и различия по этому параметру невелики. Средний возраст первого осеменения телок в хозяйстве составил 15 мес., однако самые скороспелые животные были осеменены в возрасте 11 мес.

Таблица 3. Характеристика промеров у первотелок

Table 3. Characteristics of first calving' measurements

Промеры, см	Селекционно-генетические параметры			
	$\bar{X} \pm m$	σ	$C_v, \%$	lim
Косая длина туловища	$166 \pm 0,14$	5,41	3,27	150...191
Обхват груди	$205 \pm 0,15$	5,89	2,87	156...228
Обхват пясти	$18 \pm 0,02$	0,73	3,85	16...22

Из данных табл. 3 можно сделать вывод, что животные достаточно крупные и растянутые. Изменчивость всех промеров невысока. Наиболее изменчивыми оказались косая длина туловища и обхват пясти, но даже по ним C_v не превышал 4%. Наиболее выравненными животные были по обхвату груди ($C_v = 2,87\%$).

Изучение взаимосвязи различных признаков в селекции скота представляет большой интерес. Знание этих закономерностей позволяет селекционерам эффективно проводить отбор по определенным признакам. Известно, что живая масса влияет на молочную продуктивность коров. Животные с низкой живой массой не проявляют высоких надоев. Рассмотрим связь между надоями у первотелок и их живой массой в различные возрастные периоды. Данные представлены в табл. 4.

Таблица 4. Взаимосвязь надоя с живой массой у первотелок в разном возрасте
Table 4. Correlation between milk yield and live weight in first calving at different ages

Коэффициент корреляции	Взаимосвязь живой массы в разном возрасте с надоем						
	При рождении	6	10	12	18	При первом осеменении	По первой лактации
	-0,01	0,09	0,03	0,02	0,04	0,01	0,19

Анализ табл. 4 позволяет сделать вывод о разной зависимости между живой массой и надоем за первую лактацию в различные возрастные периоды. Если рассматривать ранний возраст, то можно заметить достаточно слабую, но положительную связь в 6 месяцев. В остальные периоды эта связь практически отсутствует. Также выявлена слабая, но положительная связь между надоем и живой массой по первой лактации ($p \leq 0,05$). Это указывает на то, что наиболее продуктивными остаются животные с большой живой массой. При низкой живой массе первотелки не смогут достичь высоких надоев.

На молочную продуктивность животных также влияет экстерьер, в частности, промеры. Важно отметить, что при оценке экстерьера нельзя напрямую связывать величину промера с надоями, однако некоторые выводы об этом сделать можно.

Таблица 5. Взаимосвязь надоя за первую лактацию с промерами
Table 5. Relationship between milk yield in the first lactation and measurements

Коэффициент корреляции	Промеры		
	Косая длина туловища	Обхват груди	Обхват пясти
	0,25	0,17	-0,07

Проанализировав данные табл. 5, можно сделать вывод, что незначительная связь наблюдается между надоем по первой лактации и косой длиной туловища. Иными словами, первотелки с длинным телом более продуктивные ($p \leq 0,05$). Связь между надоем и обхватом пясти практически отсутствует.

Также был проведен анализ взаимосвязи живой массы телок в разном возрасте и возраста их первого осеменения.

Таблица 6. Взаимосвязь возраста первого осеменения с живой массой в разные периоды жизни

Table 6. Relationship between age at first insemination and live weight at different life stages

Коэффициент корреляции	Живая масса в разном возрасте, мес.						
	При рождении	6 мес.	10 мес.	12 мес.	18 мес.	При первом осеменении	По первой лактации
	-0,05	-0,51	-0,61	-0,67	-0,72	-0,11	-0,10

Установлено, что масса телки при рождении практически не связана с возрастом её осеменения. Это обусловлено длительным временным промежутком между рождением и возрастом первого осеменения. Взаимосвязь этого же показателя с массой в 6–18 мес. сильная отрицательная, причём с возрастом эта тенденция усиливается. Более интенсивно растущие телки осеменяются в более раннем возрасте, этим и объясняется отрицательная связь. С такими показателями, как масса при первом осеменении и к первой лактации, эта связь гораздо слабее (табл. 6).

В современном молочном скотоводстве наблюдается тенденция повышения скороспелости.

Выводы. Результаты исследований говорят о том, что анализ интенсивности онтогенеза первотелок в раннем возрасте нецелесообразно использовать для дальнейшего прогноза молочной продуктивности, но его успешно можно применять для оценки скороспелости животных (в зависимости от возраста первого осеменения).

Список литературы

1. Грачев, В.С., Брагинцев, С.А., Алексеева, А.Ю. Анализ влияния различных факторов на продуктивность и долголетие молочного скота // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1. – С. 22–26, doi: 10.24411/2078-1318-2020-14073.
2. Чаргеишвили, С.В., Иванов, Н.В., Журавлева, М.Е. Анализ факторов, влияющих на молочную продуктивность коров в условиях племенного завода // Вестник АПК Верхневолжья. – 2018. – № 1 (41). – С. 22–26.
3. Павлова, Т.В. Влияние генотипа и интенсивности формирования коров на уровень их молочной продуктивности // Вестник АПК Верхневолжья. – 2021. – № 1. – С. 19–23. – doi: 10.35694/YARCX.2021.53.1.003.
4. Олейник, С.А. Ершов, А.М. Молочная продуктивность черно-пестрых телок с учетом интенсивности их выращивания и типа телосложения // Аграрный вестник Северного Кавказа. – 2023. – № 2 (50). – С. 17–22. doi: 10.31279/222-9345-2023-13-50-17-22.
5. Han, L., Heinrichs, A.J., De Vries A., Dechow, C.D. (2021). 'Relationship of body weight at first calving with milk yield and herd life', *Journal of Dairy Science*, vol. 104, no. 1, pp. 397–404. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19214>.
6. Haworth, G.M., Tranter, W.P., Chuck, J.N., Cheng, Z., Wathes, D.C. (2008). 'Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows'. *Veterinary Record*, vol. 162, no. 20, pp. 643–647. Doi: <https://doi.org/10.1136/vr.162.20.643>.
7. Комков, Д.Г. Продолжительность и интенсивность использования коров с разным возрастом и живой массой при первом отеле // Молочное и мясное скотоводство. – 2019. – № 7. – С. 42–45.
8. Сермягин, А.А., Филипченко, А.А., Ермилов, А.Н., Янчуков, И.Н. Параметры роста и развития коров черно-пёстрой и голштинской пород в связи с продуктивным долголетием // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – № 4 (48). – С. 194–202. doi: 10.24411/1999-6837-2018-14102.
9. Снигирев С.О., Ламонов, С.А., Скоркина, И.А., Савенкова, Е.В. Рост и развитие ремонтных телок голштинской породы черно-пестрой масти и голштинизированных телок черно-пестрой породы // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4 (71). – С. 153–157.
10. Mohd Nor, N., Steeneveld, W., van Werven, T., Mourits, M.C., Hogeveen, H. (2012) 'First-calving age and first-lactation milk production on Dutch dairy farms'. *Journal of Dairy Science*, vol. 96, no. 2, pp. 981–992. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5741>.

11. Shin, S., Lee, J., Do, C. (2021). 'Genetic relationship of age at first calving with conformation traits and calving interval in Hanwoo cows'. *Journal of Animal Science and Technology*, vol. 63, no. 4, pp. 740–750, doi: <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e73>.
12. Boothby, F., Grove-White, D., Oikonomou, G., Oultram, J.W.H. (2020). 'Age at first calving in UK Jersey cattle and its associations with first lactation 305-day milk yield, lifetime daily milk yield, calving interval and survival to second lactation'. *Veterinary Record*, vol. 187, no. 12, pp. 491–491. Doi: <https://doi.org/10.1136/vr.105993>.
13. Грачев, В.С. Биометрическая обработка данных зоотехнического учета средствами EXCEL с использованием пакета анализа (методические указания). – СПб.: СПбГАУ, 2012. – 48 с.

References

1. Grachev, V.S., Braginets, S.A., Alekseeva, A.Y. (2020). 'Analysis of the influence of various factors on productivity and longevity of dairy cattle', *Izvestiya of Saint-Petersburg State Agrarian University*, vol. 61, no. 4, pp. 73–79 (In Russ.). doi: 10.24411/2078-1318-2020-14073.
2. Chargeishvili, S.V., Ivanov, N.V., Zhuravleva, M.E. (2018). 'Analysis of factors affecting milk productivity of cows in the conditions of a breeding farm'. *Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region*, vol. 41, no.1, pp. 22–26 (In Russ.).
3. Pavlova, T.V. (2021). 'Influence of genotype and intensity of cow formation on the level of their milk productivity'. *Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region*, no. 1, pp. 19-23. (In Russ.). doi: 10.35694/YARCX.2021.53.1.003.
4. Oleinik, S.A., Yershov, A.M. (2023). 'Dairy productivity of black-breed heifers with regard to the intensity of their breeding and type of physique'. *Agrarian Bulletin of the North Caucasus*, vol. 50, no. 2, pp. 19–23. (In Russ.). doi: 10.31279/222-9345-2023-13-50-17-22.
5. Han, L., Heinrichs, A.J., De Vries A., Dechow, C.D. (2021). 'Relationship of body weight at first calving with milk yield and herd life', *Journal of Dairy Science*, vol. 104, no. 1, pp. 397–404. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19214>.
6. Haworth, G.M., Tranter, W.P., Chuck, J.N., Cheng, Z., Wathes, D.C. (2008). 'Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows'. *Veterinary Record*, vol. 162, no. 20, pp. 643–647. Doi: <https://doi.org/10.1136/vr.162.20.643>.
7. Komkov, D.G. (2019). 'Prodolzhitel'nost' i intensivnost' ispol'zovaniya korov s razny'm vozrastom i zhivoj massoj pri pervom otele', *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, no. 7, pp. 42–45 (In Russ.).
8. Sermyagin, A.A., Filipchenko, A.A., Ermilov, A.N., Yanchukov, I.N. (2018). 'Parameters of growth and development of cows of black and feather and Holstein breeds in connection with productive longevity', *Far Eastern Agrarian Bulletin*, vol. 48, no. 4, pp. 194–202 (In Russ.).
9. Snigirev, S.O., Lamonov, S.A., Skorkina, I.A., Savenkova E.V. (2022) 'Growth and development of repair heifers of Holstein breed of black-and-brown breed and Holsteinised heifers of black-and-brown breed', *Bulletin of Michurinsk state agrarian university*, vol. 71, no. 4, pp. 153–157 (In Russ.).
10. Mohd Nor, N., Steeneveld, W., van Werven, T., Mourits, M.C., Hogeveen, H. (2012) 'First-calving age and first-lactation milk production on Dutch dairy farms'. *Journal of Dairy Science*, vol. 96, no. 2, pp. 981–992. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5741>.
11. Shin, S., Lee, J., Do, C. (2021). 'Genetic relationship of age at first calving with conformation traits and calving interval in Hanwoo cows'. *Journal of Animal Science and Technology*, vol. 63, no. 4, pp. 740–750. Doi: <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e73>.
12. Boothby, F., Grove-White, D., Oikonomou, G., Oultram, J.W.H. (2020). 'Age at first calving in UK Jersey cattle and its associations with first lactation 305-day milk yield, lifetime daily

- milk yield, calving interval and survival to second lactation'. *Veterinary Record*, vol. 187, no. 12, pp. 491–491. Doi: <https://doi.org/10.1136/vr.105993>.
13. Grachev, V.S. Biometricheskaya obrabotka danny'x zootexnicheskogo ucheta sredstvami EXCEL s ispol'zovaniem paketa analiza (metodicheskie ukazaniya). – SPb.: SPbGAU, 2012. – 48 p.

Сведения об авторах

Скакунова Кристина Алексеевна, аспирант кафедры генетики, разведения и биотехнологии животных, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», <https://orcid.org/0009-0006-4105-6651>, SPIN-код: 2863-7001; skakunova-kristina@mail.ru.

Грачев Вадим Сергеевич, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры генетики, разведения и биотехнологии животных, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», <https://orcid.org/0000-0001-8377-4201>, SPIN-код: 2156-2192; grachev_vadim@mail.ru.

Брагинец Светлана Александровна, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой генетики, разведения и биотехнологии животных, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», <https://orcid.org/0000-0003-1544-0853>, SPIN-код: 2863-7001; braginetssvetlana@gmail.com.

Information about the authors

Kristina A. Skakunova, postgraduate student of the Department of Genetics, Breeding and Biotechnology of Animals, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State Agrarian University", <https://orcid.org/0009-0006-4105-6651>, SPIN-code: 2863-7001; skakunova-kristina@mail.ru.

Vadim S. Grachev, Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Genetics, Breeding and Biotechnology of Animals, Federal state Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State Agrarian University", <https://orcid.org/0000-0001-8377-4201>, SPIN-code: 2156-2192; grachev_vadim@mail.ru.

Svetlana A. Braginet, Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor, Head of the Department of Animal Genetics, Breeding and Biotechnology of Animals, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State Agrarian University", <https://orcid.org/0000-0003-1544-0853>, SPIN-code: 2863-7001; braginetssvetlana@gmail.com.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 15.01.2024; одобрена после рецензирования 16.02.2024; принята к публикации 26.02.2024.

The article was submitted 15.01.2024; approved after reviewing 16.02.2024; accepted for publication 26.02.2024.