

Научная статья  
УДК 636.234.1 (470.333)

## ПОВЫШЕНИЕ БЕЛКОВОМОЛОЧНОСТИ ГОЛШТИНСКИХ КОРОВ СЕЛЕКЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ В ПЛЕМЕННЫХ СТАДАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

<sup>1</sup>Егор Яковлевич Лебедев, Иван Васильевич Малявко, <sup>2</sup>Вера Алексеевна Малявко

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

<sup>2</sup>Брянская испытательная лаборатория ФГБУ «ВНИИЗЖ», Брянск, Россия

**Аннотация.** В статье представлены результаты длительных авторских исследований по повышению содержания белка в молоке коров голштинской породы чёрно-пёстрой масти и красно-пёстрой масти в племенных заводах и репродукторах Брянской области. Цель исследований заключалась в изучении возможности повышения белковомолочности коров селекционными приёмами и методами. В исследованиях задействованы племенные коровы голштинской породы чёрно-пёстрой масти и красно-пёстрой масти молочного направления продуктивности девяти ведущих племенных хозяйств. Всего в обработку были включены данные по шести тысячам четыреста двенадцати лактациям (с 1-ой по 3-ю включительно) двух тысяч четыреста двадцати трёх голов коров. Изучены показатели удоёв коров в динамике и содержание белка в молоке. Установлено, что с учётом направленного индивидуального подбора быков-производителей голштинской породы, в племенных заводах общества с ограниченной ответственностью (ООО) «Красный Октябрь» Стародубского района и общества с ограниченной ответственностью (ООО) «Новый путь» Брянского района существенно увеличился показатель белковости молока и достиг уровня 3,34-3,42%. В повышении белковомолочности коров большую роль играет индивидуальный подбор быков-производителей с высоким потенциалом этого показателя у женских предков. По показателю белковомолочности коровы голштинской породы чёрно-пёстрой масти и красно-пёстрой масти в разных хозяйствах существенно различаются, о чём свидетельствуют его коэффициенты изменчивости - от 4,44% до 7,2%. Установлено, что с применением селекционных приёмов и методов зоотехникам-селекционерам и практикам-животноводам представляется возможным повысить содержание белка в молоке племенных коров голштинской породы.

**Ключевые слова:** белковомолочность, селекция, наследственность, генетика, массовая доля белка, племенное скотоводство Брянской области.

**Для цитирования:** Лебедев Е.Я., Малявко И.В., Малявко В.А. Повышение белковомолочности голштинских коров селекционными методами в племенных стадах Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 3 (103). С. 37-42.

Original article

## INCREASING THE MILK PROTEIN CONTENT OF HOLSTEIN COWS BY BREEDING METHODS IN BREEDING HERDS OF THE BRYANSK REGION

<sup>1</sup>Egor Y. Lebedko, <sup>1</sup>Ivan V. Malyavko, <sup>2</sup>Vera Al. Malyavko

<sup>1</sup>Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

<sup>2</sup>Bryansk Testing Laboratory of FSBI "ARRI of AP", Bryansk, Russia

**Abstract.** The article presents the results of long-term author's researches on increasing the protein content in the milk of Holstein cows of black-mottled and red-mottled colours in breeding plants and reproducers of the Bryansk region. The purpose of the researches was to study the possibility of increasing the milk protein content of the cows with special techniques and methods. The researches involved Holstein breeding cows of black-mottled and red-mottled colours of the dairy production line of nine leading breeding farms. In total, data on six thousand four hundred and twelve lactations (from 1st to 3rd inclusively) of two thousand four hundred and twenty-three cows were included in the processing. The indicators of cow milk yields in dynamics and the milk protein content were studied. It was established that taking into account the targeted individual selection of Holstein bulls at the breeding plants of the limited liability company (LLC) "Krasny Oktyabr" of the Starodub district and the limited liability company (LLC) "Novy Put" of the Bryansk district, the milk protein indicator increased significantly and reached the level of 3.34-3.42%. The individual selection of breeding bulls with a high potential of this indicator in female ancestors plays an important role in increasing the milk protein content of the cows. According to the indicator of milk protein content Holstein cows of black-mottled and red-mottled colours differ significantly in different farms that are evidenced by its variability coefficients - from 4.44% to 7.2%. It has been established that by using some breeding techniques and methods, it is possible for animal breeders and pastoralists to increase the protein content in the milk of Holstein breeding cows.

**Key words:** milk protein content, selective breeding, heredity, genetics, mass fraction of protein, brood cattle breeding of the Bryansk region.

**For citation:** Lebedko E.Ya., Malyavko I.V., Malyavko V.A. Increasing the milk protein content of Holstein cows by breeding methods in breeding herds of the Bryansk region // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 3(103). 37-42.

**Введение.** Для питания человека в настоящее время в мире производится белка животного происхождения значительно меньше, чем требуется по нормам всемирной ассоциации здравоохранения. По норме человек в сутки должен потреблять от 80 г до 100 г белка, в том числе не менее 30 г критически незаменимых аминокислот [1,2]. Таким образом, недостаток в мировом производстве белка достигает более 3 млн. тонн в год [3,4].

Млекопитающие животные, к ним относятся и домашняя корова, способны продуцировать молоко с определенным содержанием белка. Этот показатель является одним из ключевых параметров качества молока. Белковомолочность - характерный породный признак. В пределах одной породы максимальный уровень белка отмечается в молозиве (10-22% и более). В период половой охоты, линьки, при истощении, содержание белка в молоке коров снижается. Практика показывает, что на содержание белка в молоке не оказывают влияние такие факторы как возраст коровы, техника доения и др. По данным ряда авторов [5,6] соотношение белка и жира в молоке высокопродуктивных коров не должно быть ниже 1:1,2. При меньшем значении этого показателя можно сделать предварительное заключение о высокой нагрузке на организм животного [7]. При низком уровне содержания белка и повышении жирномолочности можно предположить о недостаточной питательности рациона и активизации распада жировых отложений (при этом возможна скрытая ацетонемия) [8].

Согласно нового ГОСТа Р 52054 2003 «Молоко натуральное коровье-сырьё» в России с 2004 года к производителям молока предъявлены требования по содержанию в молоке жира не менее 3,4% и белка – не ниже 3,0%. Однако, на сегодняшний день при селекции в молочном скотоводстве отмечается следующая ситуация, что с увеличением или постоянном содержании жира в молоке происходит уменьшение массовой доли белка.

Перед технологами, зоотехниками-селекционерами и практиками-животноводцами молочного скотоводства стоит задача в увеличении содержания белка в молоке коров, так как имеет очень важное селекционно-технологическое значение при производстве и реализации молока, особенно для племенных и товарных хозяйств. Результаты такой работы позволяют проводить зоотехнический аудит изменения этого признака и закрепить его консолидацию.

**Цель и задачи исследований.** Цель исследований – оценить коров голштинской породы чёрно-пёстрой и красно-пёстрой масти молочного направления продуктивности племенных репродукторов и заводов по показателю белковомолочности. Задачи исследований были следующие:

- определить содержание белка в молоке коров голштинской породы в племенных стадах региона;
- формирование научно-практической базы данных по содержанию белка в молоке коров;
- провести сравнительную динамику показателя белковомолочности в молоке коров племхозах региона;
- определить селекционно-генетические параметры и методы, способствующие увеличению содержания белка в молоке голштинских коров.

Практическая значимость проведенных исследований состоит в использовании их для повышения содержания процента белка в молоке коров племенных хозяйств Брянской области.

**Материалы и методы исследований.** Объектом исследований были чистопородные коровы голштинской породы класса элита-рекорд. С 01 января 2021 года по 31 декабря 2023 года было исследовано молоко двух тысяч четыреста двадцати трёх голов коров с первой по третью лактации включительно (или шесть тысяч четыреста двенадцать лактаций) на показатель белковомолочности в следующих племенных хозяйствах Брянской области:

племенных заводах:

- обществе с ограниченной ответственностью «Красный Октябрь» Стародубского района;
- колхозе «Прогресс» Клиновского района;
- обществе с ограниченной ответственностью «Новый Путь» Брянского района;
- сельскохозяйственном производственном кооперативе «Зимницкий» Дубровского района;

и племенных репродукторах:

- товариществе на вере «Успех» Унечского района;
- колхозе (в настоящее время акционерном обществе) «Память Ленина» Стародубского района;
- обществе с ограниченной ответственностью «Нива» Брянского района;
- обществе с ограниченной ответственностью «Русское молоко» Стародубского района;

- акционерном обществе «Железнодорожник» Карачевского района.

Экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Российских (Национальных) и Международных нормативно-правовых актов: 1987г., Приказ Минздрава СССР №755 от 12.08.1987г. «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных»; протоколами Женевской конвенции и принципами надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации - ГОСТ Р 53434-2009) и «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals» (National Academy Press, Washington, D.C, 1996); правилами Комитета по этике животных ФНЦ БСТ РАН (г. Оренбург).

Цифровой материал обработан с использованием ПК, для выявления статистически значимых различий использовался критерий Стьюдента-Фишера [9].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В агропромышленном секторе сельского хозяйства Брянской области приоритетной отраслью считается скотоводство мясного и молочного направления продуктивности. Производством молока в регионе занимаются более 300 сельскохозяйственных предприятий и крестьянско-фермерских хозяйств (К(Ф)Х), размещённых на территории 27 сельских районов. За год в регионе производится от 290 тыс. т до 304 тыс. т молока. Предприятия по переработке молока Брянского региона в России по производству сыров занимают 3-е место после Алтайского края и Московской области. Высокой молочной продуктивностью в регионе отличаются коровы голштинской породы чёрно-пёстрой и красно-пёстрой масти. Удой на одну фуражную корову в племенных заводах колеблется от 8367 кг (колхоз «Прогресс») до 9437 кг (ООО «Красный Октябрь») молока, а в племенных репродукторах от 5096 кг (АО «Память Ленина») до 11590 кг (ООО «Нива»). Племенные хозяйства региона также существенно различаются и по показателю белковомолочности.

В племенных хозяйствах Брянской области, разводящих голштинскую породу молочного скота, регулярно осуществляется контроль содержания белка в молоке коров. По результатам наших исследований установлено, что в племенных хозяйствах в большей степени выражена внутривидная наследственная изменчивость этого показателя. Коровы голштинской породы в племенных хозяйствах региона существенно различаются по содержанию белка в молоке. При этом, коэффициент изменчивости содержания белка в молоке коров варьирует от 4,44% до 7,20%. Так, например, в племенном заводе ООО «Красный Октябрь», средний процент содержания белка в молоке у трёх тысяч пятьсот двадцати четырёх голов коров составил 3,32% ( $C_v=4,73\%$ ); в племенном репродукторе ООО «Нива» средний процент содержания белка в молоке у одной тысячи восьмьсот голов коров составил 3,22% ( $C_v=5,13\%$ ).

Наибольшая массовая доля белка в молоке 3,52% характерна для коров голштинской породы чёрно-пёстрой породы племенного завода общество с ограниченной ответственностью «Новый путь», а среди племенных репродукторов отмечается небольшое количество коров голштинской породы чёрно-пёстрой масти общество с ограниченной ответственностью «Русское молоко» (11 голов) и акционерное общество «Железнодорожник» (69 голов) с содержанием белка 3,49% (табл. 1).

Таблица 1 - Показатели белковомолочности голштинских коров за последнюю законченную лактацию в племенных хозяйствах Брянской области

№ №	Племенные хозяйства	Коровы голштинской породы, масть	Количество коров, голов	Содержание белка в молоке, %	Количество коров в стаде с содержанием белка в молоке 3,4% и выше		
					голов	%	МДБ в группе, %
1	ПЗ «Зимницкий»	ч.-п.	730	3,19	63	8,63	3,46±0,02
2	ПЗ «Красный Октябрь»	ч.-п.	3524	3,32	196	5,56	3,48±0,02
3	ПЗ «Новый Путь»	ч.-п.	1340	3,18	19	1,42	3,52±0,01
4	ПЗ «Прогресс»	ч.-п.	680	3,16	16	2,35	3,41±0,01
5	ПР «Железнодорожник»	ч.-п.	702	3,28	69	9,83	3,49±0,02
6	ПР «Нива»	ч.-п.	1800	3,22	118	6,55	3,44±0,02
6	ПР «Память Ленина»	кр.-п	300	3,14	12	4,00	3,45±0,02
8	ПР «Русское молоко»	ч.-п.	510	3,15	11	2,16	3,49±0,01
9	ПР «Русское молоко»	кр.-п	1430	3,17	115	8,04	3,44±0,02
10	ПР «Успех»	ч.-п.	363	3,20	19	5,23	3,42±0,01
	По всем:	х	11379	3,17	638	5,61	3,46±0,02

**Примечание:** ПЗ – племенной завод, ПР – племенной репродуктор, ч.-п. – чёрно-пёстрая масть; кр.-п. - красно-пёстрая масть, МДБ – массовая доля белка.

Из данных таблицы 1 следует, что наименьшее содержание белка в молоке характерно для племенных репродукторов АО «Память Ленина», разводимого коров голштинской породы красно-пёстрой породы (3,14%) и ООО «Русское молоко», используемого коров голштинской породы чёрно-пёстрой масти (3,15%). Из четырёх племенных заводов с наименьшим содержанием белка в молоке отмечается колхоз «Прогресс» (3,16%).

Зоотехниками-селекционерами и практиками-животноводами племенных репродукторов и заводов проводится продуктивная племенная работа по увеличению поголовья коров и показателя белковомолочности в молоке коров голштинской породы не только чёрно-пёстрой масти, но и коров голштинской породы красно-пёстрой масти, используя для этих целей элитных быков-производителей, у матерей которых содержание белка в молоке было в пределах от 3,5% до 3,8%. В племенном заводе СПК «Зимницкий» таковыми быками являются:

- Аурум-М 357795149 линии Рефлекшн Соверинг АО «Московское» по племенной работе», продуктивность матери которого составляет 3,97% массовой доли белка, а продуктивность матери отца - 4,54%;

- Макгейвер 3204326944 линии Рефлекшн Соверинг ООО «Центрилем» г. Москва, продуктивность матери которого составляет 3,7% массовой доли белка, а продуктивность матери отца – 3,6%.

У дочерей этих быков в условиях племенного завода средний процент содержания белка в молоке составляет 3,70-3,96%.

Зоотехники-селекционеры племенных репродукторов и заводов в своей работе путём длительной селекции для увеличения показателя белковомолочности, используя быков-производителей, у матерей матерей-матерей и матерей-отцов которых было высокое содержание белка в молоке способствуют его повышению.

Исследованиями, проведённые нами было установлено, что показатель белковомолочности, как и ряд других хозяйственно-полезных признаков, имеет наследственный характер, который определяется большим числом генов [10]. Полноценное сбалансированное кормление и комфортные условия содержания животных в процессе продолжительной селекции не только уменьшают содержание белка в молоке, но и способствует его увеличению. Приведенные нами данные характеризуют коров голштинской породы чёрно-пёстрой и красно-пёстрой породы молочного направления продуктивности, имеющих высокую потенциальную возможность в увеличении показателя белковомолочности. Определено, что молочные коровы в племенных хозяйствах получены комбинациями кроссов линий (62,4-86,4%). Довольно часто между удоём и содержанием белка в молоке коров, устанавливается отрицательная корреляционная связь. В племенных репродукторах ООО «Новый путь» и АО «Память Ленина», племенном заводе ООО «Красный Октябрь» коэффициент корреляции «удой x белок» колеблется соответственно от - 0,041 до - 0,125.

Коровы-рекордистки племенных хозяйств с наивысшей молочной продуктивностью не отличаются повышенным содержанием белка в молоке, о чём свидетельствуют данные таблицы 2.

Таблица 2 - Молочная продуктивность высокопродуктивных голштинских коров в племенных хозяйствах Брянской области

№ п/п	Племенные хозяйства	Удой на фуражную корову, кг	Средняя продуктивность ТОП-5 лучших высокопродуктивных коров			Соотношение белок:жир по группе высокопродуктивных коров	Масть скота, *
			удой за 305 дней лактации, кг	содержание жира в молоке, %	содержание белка в молоке, %		
1	ПЗ «Зимницкий»	9010	10640±28	4,11±0,04	3,20±0,01	1:1,28	ч.-п.
2	ПЗ «Красный Октябрь»	9010	13972±304	3,94±0,03	3,31±0,02	1:1,19	ч.-п.
3	ПЗ «Новый Путь»	9437	14434±203	4,56±0,02	3,18±0,01	1:1,43	ч.-п.
4	ПЗ «Прогресс»	8367	10444±168	3,92±0,02	3,19±0,02	1:1,23	ч.-п.
5	ПР «Железнодорожник»	8480	10282±284	4,25±0,04	3,23±0,01	1:1,31	ч.-п.
6	ПР «Нива»	11590	17859±246	3,77±0,03	3,23±0,02	1:1,14	ч.-п.
7	ПР «Память Ленина»	5096	8941±197	4,34±0,03	3,17±0,01	1:1,36	кр.-п
8	ПР «Русское молоко»	7950	9264±196	3,81±0,02	3,16±0,01	1:1,20	ч.-п.
9	ПР «Русское молоко»	7915	9725±187	4,01±0,03	3,17±0,02	1:1,26	кр.-п
10	ПР «Успех»	7530	8915±0,03	4,19±0,03	3,26±0,02	1:1,28	ч.-п.
	По всем:	8438	11447±224	4,09±0,03	3,21±0,02	1:1,27	х

**Примечание:** ПЗ – племенной завод, ПР – племенной репродуктор, ч.-п. -чёрно-пёстрая масть; кр.-п. - красно-пёстрая масть.

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что средний процент белка молока коров голштинской породы, входящих в список ТОП-5 лучших коров с наивысшей молочной продуктивностью, колеблется от 3,16% в племенном репродукторе ООО «Русское молоко» (коровы голштинской породы чёрно-пёстрой масти) до 3,31% в племенном заводе ООО «Красный Октябрь». Показатель соотношения жира к белку колеблется от 1:1,14 у коров голштинской породы чёрно-пёстрой масти племенного репродуктора ООО «Нива» до 1:1,43 у коров голштинской породы племенного завода ООО «Новый путь». На основании проведённого анализа можно сделать вывод о том, что в племенных репродукторах и заводах применяются разные подходы к организации и технологии кормления коров молочного направления продуктивности [10].

В современных условиях ведения племенного молочного скотоводства возрастают требования к отбору коров в племенное ядро и одним из требований в этом считается оптимальное или повышенное содержание белка в молоке.

Зоотехниками-селекционерами и практиками-животноводцами племенных репродукторов и заводов накоплен большой опыт по увеличению показателя белкомолочности, за счёт проведения целенаправленного отбора племенных коров с высоким содержанием белка и передачи по наследству по принципу от матери к дочери и от дочери к внучке. Таким способом (или приёмом) племенные репродукторы и заводы создают группы животных с высоким содержанием белка в молоке, целые стада, семейства, линии. Проведя анализ по содержанию белка в молоке одной тысячи двухсот сорока пяти дочерей, полученных от коров голштинской породы и тридцати двух быков производителей, нами был определён коэффициент наследуемости показателя белкомолочности, который составил от 0,403 до 0,688. Этот коэффициент подчеркивает существенное влияние селекционно-племенной работы с использованием быков-производителей-улучшателей на белкомолочность их дочерей.

Племенные репродукторы и заводы из коров голштинской породы с высоким содержания белка в молоке формируют племенное ядро стада, а затем составляют индивидуальный план подбора к таким коровам быков-производителей-улучшателей, включая и заказные спаривания.

**Заключение:** 1. Селекционно-генетические приёмы и методы, используемые зоотехниками-селекционерами и практиками-животноводцами длительное время при работе с коровами голштинской породы чёрно-пёстрой и красно-пёстрой масти в племенных репродукторах и заводах способствуют увеличению содержания белка в молоке до уровня 3,40% и более.

2. Коэффициент вариации показателя белкомолочности изменяется в племенных репродукторах и заводах с 4,1% до 7,7%, то есть прослеживается высокая наследственная изменчивость не только внутри голштинской породы чёрно-пёстрой масти и красно-пёстрой масти, но и внутри племенных стад коров.

3. Специалистам племенных репродукторов и заводов при работе с коровами голштинской породы чёрно-пёстрой масти и красно-пёстрой масти молочного направления продуктивности необходимо использовать современные селекционно-генетические приёмы и методы для увеличения поголовья коров с показателем белкомолочности 3,40% и выше до 10% и более.

#### Список источников

1. Уткина О.С., Ачкасова Е.В. Качество и технологические свойства молока коров разного происхождения // Вестник Ижевской ГСХА. 2023. № 1 (73). С. 29-35.
2. Михайлова Ю.А., Тамарова Р.В. Применение генетического маркирования в селекционной работе с племенными стадами // Вестник АПК Верхневолжья. 2020. № 2. С. 62-64.
3. Анализ влияния паратипических факторов на физико-химические свойства молока коров в условиях интенсификации производства / В.В. Кулаков, О.А. Федосова, Г.В. Уливанова и др. // Вестник Брянского государственного аграрно-технологического университета им. П.А. Костычева. 2021. № 3. С. 33-40.
4. Бельков Г.И. Создание сырьевой базы в молочном скотоводстве для производства сыра // Известия Оренбургского ГАУ. 2018. № 6 (74). С. 246-249.
5. Абрамова Н.И., Иванова Д.А. Влияние породной принадлежности коров на качественные показатели молока // Молочнохозяйственный вестник. 2020. № 3. С. 76-80.
6. Ефимова Л.В., Зазнобина Т.В., Иванова О.В. Влияние различных факторов на физико-химические свойства молока // Известия Оренбургского ГАУ. 2018. № 6. С.63-68.
7. Особенности молочной продуктивности у коров в зависимости от межотельного цикла / В.А. Стрельцов, И.В. Малявко, А.Е. Рябичева, Е.А. Лемеш // Зоотехния. 2021. № 4. С. 21-23.
8. Базылев С.Е., Будревич О.Л., Демешко М.Д. Молочная продуктивность коров в зависимости от типов белкомолочности // Ветеринарный журнал Беларуси. 2021. № 1. С. 36-39.
9. Современные методы и основы научных исследований в животноводстве / И.В. Малявко, Л.Н. Гамко, В.А. Малявко, В.Е. Подольников, А.Н. Гулаков. СПб.: Лань, 2022. 189 с.

10. Лебедько Е.Я. Инновационно-инвестиционное молочное и мясное скотоводство в современном глобальном мире. М.: Изд-во «Русайнс», 2023. 473 с.

**Информация об авторах:**

**Е.Я. Лебедько** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

**И.В. Малявко** - кандидат биологических наук, доцент кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

**В.А. Малявко** - кандидат биологических наук, заведующая отделом серологии и лептоспироза, Брянская испытательная лаборатория федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты животных» (Брянская испытательная лаборатория ФГБУ «ВНИИЗЖ»).

**Information about the authors:**

**Ye.Ya. Lebed'ko** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Feeding, Private Animal Husbandry and Processing of Livestock Products, Bryansk State Agrarian University.

**I.V. Malyavko** - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Feeding, Private Animal Husbandry and Processing of Animal Products of the Bryansk State Agrarian University.

**V.A. Malyavko** - Candidate of Biological Sciences, Head of the Department of Serology and Leprosy, Bryansk Testing Laboratory Federal State Budgetary Institution "All-Russian Scientific Research Institute for Animal Protection" (Bryansk Testing Laboratory of FGBI "VNIIZH").

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

**Статья поступила в редакцию 23.04.2024; одобрена после рецензирования 23.05.2024, принята к публикации 30.05.2024.**

**The article was submitted 23.04.2024; approved after reviewing 23.05.2024; accepted for publication 30.05.2024.**

© Лебедько Е.Я., Малявко И.В., Малявко В.А.