

Ольга Игоревна Себежко<sup>1✉</sup>, Ольга Сергеевна Короткевич<sup>2</sup>, Сергей Николаевич Гудков<sup>3</sup>,  
Татьяна Валерьевна Коновалова<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

<sup>1</sup>sebezhkoolga@yandex.ru.ru

<sup>2</sup>okorotkevich@gmail.com

<sup>3</sup>gudkovsergey@gmail.com

<sup>4</sup>tapetva@gmail.com

## ЭРИТРОЦИТАРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОРОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ РАЗНОГО ЭКОГЕНЕЗА В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Цель исследования – оценка содержания и внутривидовой изменчивости эритроцитарных показателей гемограммы у коров черно-пестрой породы разного экогенеза в Западной Сибири. Задачи: количественное определение эритроцитарных параметров, изучение их изменчивости, анализ межгрупповые различий и силы влияния фактора экогенеза на уровень изучаемых показателей у коров черно-пестрой породы: чистопородных, Ирменского и Приобского типов. Изучено содержание эритроцитарных показателей гемограммы у коров черно-пестрой породы разного экогенеза, разводимых на территории Новосибирской, Кемеровской, Омской областей и Алтайского края. Исследования абсолютного числа эритроцитов, гемоглобина, гематокрита, эритроцитарных индексов и скорости оседания эритроцитов проведены на гематологическом анализаторе PCE-90VET на животных 2-й лактации с продуктивностью 8–9 тыс. кг. Средние значения гематологических показателей крупного рогатого скота исследованных групп находились в пределах общепринятой физиологической нормы. Наиболее высокими значениями показателей и фенотипической изменчивости характеризуются чистопородные животные, внутривидовые типы отличаются меньшим размахом биологической вариации, что отражает как направление селекции при создании производственных типов, так и адаптацию животных к конкретным экологическим условиям. Анализ эритроцитарных параметров показал наличие статистически достоверных ( $p < 0,05$ ) различий между группами по всем показателям кроме среднего объема эритроцитов MCV. Сила влияния фактора экогенеза ( $\eta^2$ ) для эритроцитарных показателей варьирует от 13 до 52 %. Наибольшая сила влияния установлена для MCH (среднего содержания гемоглобина в эритроците) и для СОЭ, наименьшая – для НСТ (гематокрита).

**Ключевые слова:** гематологический статус, крупный рогатый скот, эритроцитарные параметры, внутривидовые типы, черно-пестрая порода коров

**Для цитирования:** Себежко О.И., Короткевич О.С., Гудков С.Н., и др. Эритроцитарные параметры коров черно-пестрой породы разного экогенеза в Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2025. № 5. С. 135–148. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-5-135-148.

Olga Igorevna Sebezhko<sup>1✉</sup>, Olga Sergeevna Korotkevich<sup>2</sup>, Sergey Nikolaevich Gudkov<sup>3</sup>,  
Tatyana Valerievna Konvalova<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

<sup>1</sup>sebezhkoolga@yandex.ru.ru

<sup>2</sup>okorotkevich@gmail.com

<sup>3</sup>gudkovsergey@gmail.com

<sup>4</sup>tapetva@gmail.com

## ERYTHROCYTE PARAMETERS OF BLACK-AND-WHITE COWS OF DIFFERENT ECOGENESIS IN WESTERN SIBERIA

*The aim of the study is to evaluate the content and intrabreed variability of erythrocyte hemogram parameters in Black-and-White cows of different ecogenesis in Western Siberia. Objectives: quantitative determination of erythrocyte parameters, study of their variability, analysis of intergroup differences and the strength of the influence of the ecogenesis factor on the level of the studied parameters in Black-and-White cows: purebred, Irmensky and Priobsky types. The content of erythrocyte hemogram parameters was studied in Black-and-White cows of different ecogenesis bred in the Novosibirsk, Kemerovo, Omsk Regions and the Altai Region. Studies of the absolute number of erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, erythrocyte indices and erythrocyte sedimentation rate were carried out on a PCE-90VET hematology analyzer on animals of the 2nd lactation with a productivity of 8–9 thousand kg. The average values of hematological parameters of cattle in the studied groups were within the generally accepted physiological norm. Purebred animals are characterized by the highest values of the indicators and phenotypic variability, intrabreed types are distinguished by a smaller range of biological variation, which reflects both the direction of selection in the creation of production types and the adaptation of animals to specific environmental conditions. Analysis of erythrocyte parameters showed the presence of statistically significant ( $p < 0.05$ ) differences between the groups for all indicators except the mean erythrocyte volume MCV. The strength of the influence of the ecogenesis factor ( $\eta^2$ ) for erythrocyte indicators varies from 13 to 52 %. The greatest strength of influence was established for MCH (mean hemoglobin content in erythrocytes) and ESR, the least – for HCT (hematocrit).*

**Keywords:** hematological status, cattle, erythrocyte parameters, intrabreed types, Black-and-White breed of cows

**For citation:** Sebeztko OI, Korotkevich OS, Gudkov SN, et al. Erythrocyte parameters of black-and-white cows of different ecogenesis in Western Siberia. *Bulletin of KSAU*. 2025;(5):135-148. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-5-135-148.

**Введение.** Основной тенденцией последних лет в развитии молочного скотоводства Российской Федерации является увеличение производства молока за счет повышения продуктивности коров, что компенсирует сокращение поголовья. Наибольшие изменения затронули скот черно-пестрой породы. Суммарно с 2021 по 2023 г. поголовье уменьшилось на 26,1 % [1, 2]. Однако сокращение численности пород отечественной селекции, исчезновение внутривидовых типов вызывает опасения, так как их генетические ресурсы обеспечивают высокую адаптацию животных к различным климато-географическим условиям и особенностям локального разведения [3, 4].

Животные черно-пестрой породы отличаются хорошей адаптивностью к различным климатическим условиям и устойчивостью к болезням. Использование голштинского скота, завозимого из США и Канады, стало основой для создания новых популяций молочного скота. Благодаря этому отечественные породы скота и получили новые генетические качества, обеспечивающие увеличение молочной продуктивности, улучше-

ние состава молока и повышение жизнеспособности молодняка.

Внедрение в отечественное животноводство высокопродуктивных голштинских и голштинизированных быков, используемых в искусственном осеменении, стало ключевым фактором для повышения продуктивности скота черно-пестрой породы. Данная стратегия привела к формированию многообразного генетического материала, охватывающего широкий спектр внутривидовых типов. К 2012 г. в России было создано 12 типов черно-пестрой породы, включая ирменский и приобский. Поэтому сохранение и рациональное использование генетического фонда крупного рогатого скота остается актуальной проблемой, требующей решения множества дополнительных задач, в т. ч. таких как изучение метаболических характеристик, состояния иммунитета и системы кроветворения животных.

Гематологические исследования играют решающую роль в оценке здоровья животных и выявлении различных патологий, которые могут повлиять на их благополучие [5, 6]. Анализ кро-

ви позволяет получить ценные данные о функционировании органов и систем, характере протекания, критических периодах онтогенеза, а также эффективности проводимого лечения [7–9]. Кроме того, ключевую роль в реализации адаптационных способностей животных играет именно кровь [10]. Почти все клинически измеряемые гематопэтические признаки демонстрируют обширные вариации и в высокой степени наследуются, что подчеркивает важность генетических вариаций в этих процессах [11–13]. Одним из первых исследований в направлении генетической обусловленности гематологических показателей было исследование S.K. Ganesh et al., 2009, посвященное множественным генетическим локусам, влияющим на фенотипы эритроцитов [14]. В работе J. Chinchilla-Vargas et al., 2020, были продемонстрированы генетические предикторы гематологических показателей у мясного скота. Оценки наследуемости гематологических параметров варьировали от 0,11 до 0,60. При этом впервые было отмечено, что гематологические параметры имеют слабые фенотипические корреляции, но сильные генетические корреляции между собой [13]. В недавней публикации Т. Yang et al. (2024) подчеркивают, что гематологические параметры наследуются и умеренно или высоко генетически коррелируют между собой, а значительное число генов-кандидатов, установленных методами полногеномного ассоциативного исследования и секвенирования РНК, указывает на полигенную природу и сложную генетическую детерминацию гематологических параметров у крупного рогатого скота [15].

Генетическая регуляция и факторы окружающей среды совместно влияют на вариации гематологических показателей у многих видов, что сказывается на количестве, соотношении, объеме и распределении клеток периферической крови, а также на их биологической активности. Гематологические показатели могут существенно отличаться у скота с различными направлениями и уровнями продуктивности, формируя специфические профили у высокопродуктивных животных, характеризующие не только их генетические особенности, но и адаптацию к производственным системам [9, 16]. Гематологические показатели характеризуются породными особенностями [16–20]. Многие авторы продемонстрировали отличия в гематоло-

гическом статусе у животных с различными генотипами [21–23].

Селекционная работа в отечественных молочных стадах проводится при интенсивном использовании племенных ресурсов мирового генофонда, в том числе из регионов с мягким климатом. В то же время природно-климатические условия Западной Сибири отличается значительной суровостью для животноводства, резкой континентальностью. В связи с этим большое внимание необходимо уделять адаптационным способностям районированных пород и внутривидовых типов молочного скота. Кроме того, современный тип животных должен характеризоваться стрессоустойчивостью к технологическим процессам. Поэтому изучение гематологических параметров черно-пестрой породы и созданных на ее основе типов в условиях Западной Сибири, лейкоцитарных индексов адаптации и стресса является актуальным и имеет практическую значимость.

**Цель исследования** – оценка содержания и внутривидовой изменчивости эритроцитарных показателей гемограммы у коров черно-пестрой породы разного экогенеза в Западной Сибири.

**Задачи:** количественное определение эритроцитарных параметров, изучение их изменчивости, анализ межгрупповых различий и силы влияния фактора экогенеза на уровень изучаемых показателей у коров черно-пестрой породы: чистопородных, ирменского и приобского типов.

**Объекты и методы.** Изучено содержание эритроцитарных показателей гемограммы у скота черно-пестрой породы разного экогенеза: чистопородных животных, коров внутривидовых ирменского и приобского типов, разводимых на территории Новосибирской, Кемеровской, Омской областей и Алтайского края. Количество животных составляло 91, 95, 93 соответственно. Все коровы были в возрасте 2-й лактации с продуктивностью 8–9 тыс. кг молока за 305 дней предыдущей лактации, оцененной в соответствии с ГОСТ Р 57878-2017. В экспериментальные группы включали животных в период с 71 до 120 дней лактации.

Весь скот выращивался в условиях промышленных животноводческих комплексов с полным ветеринарным сопровождением, включая плановую вакцинацию (ГОСТ 26090-84). На всех фермах соблюдались Ветеринарные правила содержания крупного рогатого скота в целях его

воспроизводства, выращивания и реализации, определенные Приказом № 622 МСХ РФ от 21.10.2020. В каждую группу были отобраны только клинически здоровые животные с неотягощенным акушерско-гинекологическим анамнезом, без проявлений мастита, бронхо-пневмоний, заболеваний желудочно-кишечного тракта и конечностей.

Коровы получали рационы, включающие объемистые и концентрированные корма, в соответствии с нормами кормления полновозрастных дойных коров с удоем до 9000 кг молока. Рационы включали сено (разнотравье), кукурузный и мелкозерновой силос, пивную дробину, патоку. Применяемые комбикорма были сбалансированы по питательным веществам, минералам и витаминам для периода максимальной молочной продуктивности. В рационах не использовались какие-либо специальные добавки. Контроль качества комбикормов на соответствие заявленным гарантированным и внешним показателям проводился в соответствии с нормами ГОСТ Р 52254-2004, ГОСТ 9268-2015 и ГОСТ 23462-2019.

В ходе сопряженных и более ранних исследований, направленных на всесторонний экологический контроль в регионе Западной Сибири при получении экологически безопасной продукции животноводства, проводились анализы различных составляющих пищевой цепи скота: почвы, воды, проб кормов на территориях, прилегающих к животноводческим комплексам, а также образцов тканей и органов крупного рогатого скота. Превышения ПДК тяжелых металлов и других загрязняющих веществ не выявлено [24–30].

Материалом для исследования были образцы периферической крови, полученной при венепункции яремной или хвостовой вен с использованием систем вакуумного забора со стандартным резьбовым держателем для игл в пробирки с двукалиевой солью этилендиаминтетрауксусной кислоты (K<sub>2</sub>EDTA) (фиолетовая крышка) объемом 4 мл (Gongdong Medical, Китай). При взятии крови использовали двусторонние тонкостенные инъекционные иглы диаметром 0,9 мм (20G) Bodywin (Китай). Место венепункции до и после забора крови обрабатывали 70 %-м раствором этилового спирта. Анализ параметров красной крови проводился

на гематологическом анализаторе PCE-90VET (США, High Technology, Inc.), программа Cow, не позднее чем через 6 ч после взятия.

Анализировали следующие эритроцитарные параметры: абсолютное количество эритроцитов (RBC), содержание гемоглобина (Hb), гематокрит (Ht), средний объем эритроцита (MCV), среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), средняя концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC), индекс RDW – ширину распределения эритроцитов по объему. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) оценивали по Панченкову.

Статистическая обработка данных включала проверку на соответствие Гауссовскому распределению с помощью критерия Шапиро–Уилка, выявление выбросов методом Тьюки и сравнение групп методом Краскела–Уоллиса. Для визуализации распределений и оценки плотности применяли графики violin plots. Для оценки величины эффекта применяли  $\eta^2$ , рассчитываемый по формуле  $\eta^2 = (N - k + 1) / (n - k)$ , где N – статистика Краскела–Уоллиса, k – число групп сравнения. Для оценки статистической значимости парных сравнений был выполнен апостериорный анализ с применением метода Данна, модифицированного поправкой Холма для контроля множественных сравнений. При расчетах использовали табличный процессор MS Excel и аналитическую среду R Studio, функционирующую на основе открытого исходного кода.

**Результаты и их обсуждение.** На этапе предварительной обработки данных с помощью теста Тьюки был проведен анализ потенциальных выбросов с последующим тестированием характера распределения с помощью теста Шапиро–Уилка. В таблице 1 представлены статистики по оценке соответствия распределений эритроцитарных показателей Гауссовскому. Нормальное распределение было характерно для количества эритроцитов и гематокрита во всех группах; гемоглобина – у чистопородных и коров ирменского типа; среднего объема эритроцитов – чистопородных и коров приобского типа; среднего содержания гемоглобина в эритроците, ширины распределения эритроцитов – у ирменского типа; средней концентрации гемоглобина в эритроците – у ирменского и приобского типов.

**Результаты тестирования на нормальность распределения показателей эритроцитарного звена гемограммы – критерий Шапиро – Уилка (SWp)**  
**Results of testing for the normality of the distribution of indicators of the erythrocyte component of the hemogram – Shapiro – Wilk criterion (SWp)**

Показатель	Черно-пестрая порода (чистопородные)	Ирменский тип	Приобский тип
Число эритроцитов, $\times 10^{12}/л$	0,9851 (0,6193)*	0,9717 (0,4238)*	0,9887 (0,7177)*
Hb, г/л	0,9679 (0,4822)*	0,975 (0,5762)*	0,984 (0,4077)
Ht, %	0,9263 (0,001247)	0,9733 (0,63322)*	0,984 (0,44562)*
MCV, фл	0,9723(0,146)1*	0,927 (0,04088)	0,9802 (0,2362)*
MCH, пг	0,8763 (0,00004116)	0,9438 (0,1152)*	0,9627 (0,01665)
MCHC, г/л	0,5578 (2,156э-11)	0,9652 (0,4373)*	0,9878 (0,6372)*
RDW, %	0,6876 (1,181е-10)	0,9451 (0,125)*	0,9587 (0,01049)
СОЭ, мм/ч	0,719 (0,000003001)	0,8164 (0,000339)	0,7423 (1,83E-10)

Примечание: SW – критерий Шапиро – Уилка; SWp – p-value критерия Шапиро – Уилка; (\*) – при p-value  $\geq 0,05$  – нормальное распределение признака.

Таблица 2 представляет робастные статистические характеристики эритроцитарных параметров, полученные для каждой из исследуемых групп коров, позволяющие оценить центральную тенденцию и разброс значений внутри каждой группы. Медианные значения общего количества эритроцитов, уровня гемоглобина и среднего объема эритроцитов у животных всех трех групп находились в рамках общепринятых нормативных значений, которые в большинстве случаев составляют  $5,5-8,5 \cdot 10^{12}/л$ ; 80,0–150,0 г/л и 37,0–51,0 фл соответственно. Нормальными показателями гематокрита, среднего

содержания гемоглобина в эритроците, средней концентрации гемоглобина в эритроцитах и ширины распределения эритроцитов для крупного рогатого скота обычно считают: 24,0–46,0 %, 13,0–18,0 пг, 330,0–370,0 г/л и 16,0–24,0 % соответственно. В изучаемых группах коров черно-пестрой породы эти показатели варьировали в пределах нормы. Скорость оседания эритроцитов также не превышала нормальных общепринятых значений у всех животных, как у чистопородных, так и у коров внутривидовых типов (норма 0,2–10 мм/ч).

Таблица 2

**Содержание и изменчивость эритроцитарных показателей коров черно-пестрой породы разного экогенеза в Западной Сибири**  
**Content and variability of erythrocyte indices of Black-and-White cows of different ecogenesis in Western Siberia**

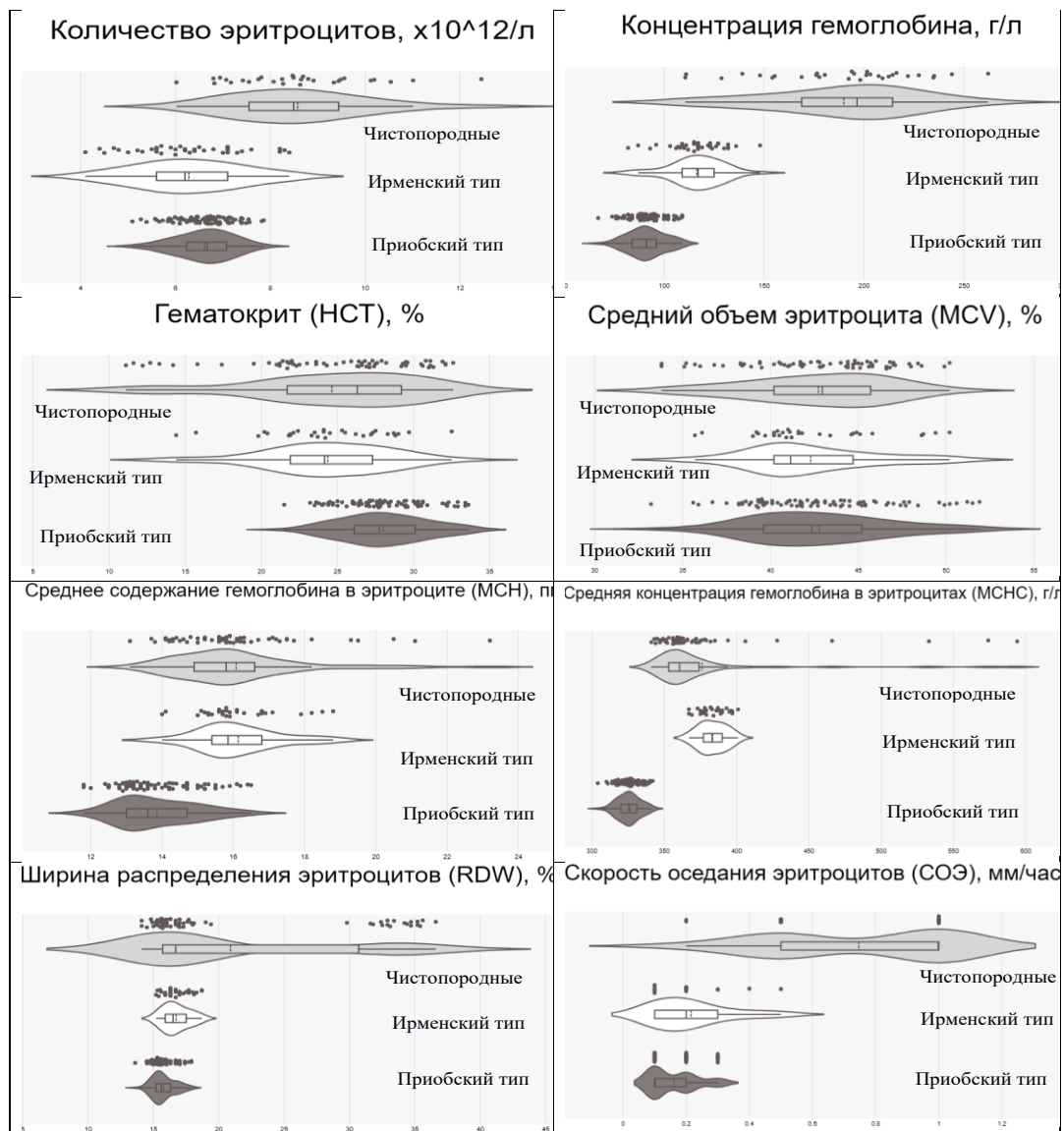
Показатель	Чистопородные			Ирменский тип			Приобский тип		
	Me	Q1	Q3	Me	Q1	Q3	Me	Q1	Q3
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	8,49	7,42	9,44	6,2	5,55	7,1	6,67	6,14	7,07
Hb, г/л	98,27	84,39	107,1	117	106,5	123,5	91	84	96
Ht, %	26,3	21,1	28,04	24,15	21,9	27,3	27,75	26,1	30,2
MCV, фл	43	40,35	45,75	41,1	40,2	44,7	42,4	39,6	45,25
MCH, пг	15,8	15,2	18,75	15,85	15,4	16,8	13,6	13,0	14,7
MCHC, г/л	360	356	447	383	376	390	326	320	331
RDW, %	16,7	15,7	30,7	16,5	15,9	17,5	15,6	15,2	16,3
СОЭ, мм/ч	1,0	0,5	1,2	0,2	0,1	0,4	0,2	0,1	0,3

Примечание: Me – медиана; Q1 – первая квартиль; Q3 – третья квартиль.

На рисунке представлены скрипичные диаграммы (Violin Plot) эритроцитарных параметров в исследуемых группах коров после удаления выбросов, сочетающие в себе элементы диаграмм размаха Box plot и ядерную оценку плотности (Kernel Density Estimation). Диаграммы четко демонстрируют, что вариационный размах для всех эритроцитарных параметров у чистопородных коров черно-пестрой породы гораздо шире, чем у животных внутривидовых типов. Только для среднего объема эритроцитов (MCV) диапазоны вариации практически идентичны. В то же время интерквартильные размахи пока-

зывают менее выраженные различия, хотя и подтверждают общую тенденцию большей изменчивости эритроцитарных параметров у чистопородных коров.

Визуализация данных с помощью скрипичных диаграмм наглядно подтверждает отклонения от нормальных Гауссовских распределений, установленных с помощью критерия Шапиро–Уилка. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) для всех животных, ширина распределения эритроцитов (RDW) для чистопородных и коров приобского типа выделяются как показатели с наиболее выраженной асимметрией графиков.



Скрипичные диаграммы (Violin Plot) эритроцитарных параметров у коров черно-пестрой породы Западной Сибири

Violin diagrams (Violin Plot) of erythrocyte parameters in Black-and-White cows of Western Siberia

В таблице 3 представлены показатели описательной статистики для эритроцитарных параметров с нормальным распределением. Рассчитанные средние арифметические значения эритроцитарных параметров гемограммы в изученных популяционных группах коров черно-пестрой породы также находятся в границах общепринятых для крупного рогатого скота физиологических значений.

Статистические показатели изменчивости эритроцитарных параметров во всех оценивае-

мых группах коров черно-пестрой породы характеризовались средними значениями. Наиболее высокой фенотипической изменчивостью отличались чистопородные животные. У коров приобского типа по большинству параметров наблюдалась меньшая изменчивость, что может свидетельствовать о большей стабильности их генетической структуры и лучшей адаптации к местным условиям.

Таблица 3

**Описательная статистика эритроцитарных показателей коров черно-пестрой породы разного экогенеза в Западной Сибири**  
**Descriptive statistics of erythrocyte indices of Black-and-White cows of different ecogenesis in Western Siberia**

Показатель	Чистопородные			Ирменский тип			Приобский тип		
	$\bar{x} \pm Sx$	$\sigma$	Cv	$\bar{x} \pm Sx$	$\sigma$	Cv	$\bar{x} \pm Sx$	$\sigma$	Cv
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	8,58±0,26	1,43	16,6	6,28±0,18	1,11	17,6	6,61±0,06	0,6	9,07
Hb, г/л	94,9±3,46	18,9	19,9	116,3±2,2	13,6	11,7	91,2±1,02	9,17	10,0
Ht, %				24,3±0,73	4,01	16,5	28,0±0,31	2,76	9,86
MCV, фл	42,7±0,49	3,99	9,3				42,7±0,43	3,92	9,16
MCH, пг				16,1±0,21	1,15	7,12			
MCHC, г/л				383,3±1,75	9,04	2,34	325,4±0,85	7,74	2,38
RDW, %				16,7±0,18	1,0	5,98			

Примечание:  $\bar{x}$  – средняя арифметическая; Sx – ошибка средней арифметической;  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение; Cv – коэффициент вариации, %.

При оценке влияния фактора экогенеза проводились межгрупповые сравнения между анализируемыми группами коров черно-пестрой породы: чистопородными, приобского и ирменского породных типов. Поскольку сравниваемые популяционные группы не равны по размеру, распределение показателей во многих случаях не было нормальным, межгрупповые различия мы анализировали с помощью теста Краскела–Уоллеса (табл. 4). По всем эритроцитарным показателям, кроме среднего объема эритроцитов (MCV), были выявлены достоверные различия. Полученные результаты свидетельствуют о наличии статистически достоверных межгрупповых различий по всем эритроцитарным параметрам, за исключением среднего корпускулярного объема (MCV), что позволяет говорить о существенном влиянии фактора экогенеза на основные характеристики эритроцитов.

Рассчитанные величины  $\eta^2$  отражают силу влияния фактора экогенеза на уровни эритроци-

тарных показателей. Наибольшее значение  $\eta^2$  установлено для СОЭ и MCH, наименьшее – для НСТ.

Дальнейшие апостериорные сравнения показывают, между какими породными группами есть статистически значимые различия (табл. 5).

Исходя из средних значений признаков, представленных в таблицах 2 и 3, апостериорное исследование показало, что чистопородные коровы имеют значительно более высокие значения абсолютного числа эритроцитов, скорости оседания эритроцитов по Панченкову. При этом концентрация гемоглобина в крови чистопородных коров была ниже на 21,44 г/л в сравнении с ирменскими. У чистопородных и коров ирменского типа отмечаются более высокие уровни среднего содержания и концентрации гемоглобина в эритроците, а также ширины распределения эритроцитов по объему в сравнении с животными приобского типа.

Таблица 4

**Влияние фактора экогенеза на уровень показателей эритроцитарного звена гемограммы коров – критерий Краскела – Уоллеса (H)**  
**The effect of the ecogenesis factor on the indicators of the erythrocyte component of the hemogram of cows – the Kraskel – Wallace criterion (H)**

Показатель	H	p-value	$\eta^2$
Абсолютное число эритроцитов, $\times 10^{12}/л$	49,337	1,935e-11*	0,33
Концентрация гемоглобина Hb, г/л	55,24	1,01e-12 *	0,29
Величина гематокрита Hct, %	23,1187	0,000009546*	0,13
Средний объем эритроцитов MCV, фл	0,907	0,6354	0,0062
Среднее содержание Hb в эритроците, пг	76,853	0,0*	0.45
Средняя концентрация Hb в эритроцитах, г/л	25,4192	0,000003022*	0,15
Коэффициент распределения эритроцитов по ширине, %	29,4849	3,958e-7*	0,16
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч	70,2164	5,551e-16*	0,52

Примечание: df = 2; (\*) –  $P < 0,05$  – статистически значимые различия;  $\eta^2$  – показатель величины эффекта.

Таблица 5

**Межгрупповые сравнения показателей эритроцитарного звена гемограммы коров разного экогенеза – Z-значения и p-уровни теста Данна**  
**Intergroup comparisons of indicators of the erythrocyte link in the hemogram of cows of different ecogenesis – Z-values and p-levels of the Dunn test**

Показатель	Чистопородные – ирменский тип	Чистопородные – приобский тип	Ирменский тип – приобский тип
Абсолютное число эритроцитов RBC, $\times 10^{12}/л$	6,6065 (3,935e-11)*	6,0966 (3,935e-11)*	1,5137(3.935e-11)
Гемоглобин HGB, г/л	4,5205 (0,000006168)*	1,7254 (0,08445)*	7,4199 (1,17e-13)*
Гематокрит HCT, %	1,0253 (0,3052)	3,7999 (0,0001448)*	4,0874 (0,00004362)*
MCH, пикограмм	0,7766 (0,4374)	7,3923 (1,44e-13)*	6,8608 (6,848e-12)*
MCHC, г/л	1,7958 (0,07253)	3,9342 (0,00008346)*	4,9799 (6,361e-07)*
RDW, %	0,1344 (0,8931)	4,8924 (9,96e-07)*	3,9183 (0,00008918) *
СОЭ, мм/ч	5,3477 (8,91e-08)*	8,357 (0,0)*	1,5892 (0,112)

\*  $p < 0,05$  – статистически значимые различия.

В эритроцитарном профиле коров приобского типа наблюдалось диспропорциональное сочетание пониженных значений гемоглобина, эритроцитарных индексов MCH, MCHC, RDW и СОЭ с одновременно высокими уровнями гематокрита, превосходящими таковые у животных других групп.

В настоящее время активная племенная работа в молочном скотоводстве подразумевает применение ценного мирового генофонда крупного рогатого скота, однако важность методов улучшения местных пород и создания внутрипородных типов на основе комплексной оценки генотипов животных также сохраняется. Гематологические показатели могут значительно

варьировать в зависимости от породы и генетических особенностей животных. Актуальность исследований данного направления подчеркивается определенным количеством работ российских и зарубежных исследований, посвященных изучению взаимосвязей разнообразных вариантов генотипов с гематологическими показателями [21–23, 31–36]. Например, в исследованиях Р.О. Ершова с соавт. (2024) [31] были оценены гематологические особенности у коров черно-пестрой породы самарского типа с разных генотипов по к-казеину. О.Г. Лоретц с соавт. (2024) [34] в комплексном исследовании продуктивных признаков у голштинских коров различных генетических линий рассматривали



гематологические показатели. С.И. Мироненко с соавт. (2022) [35] изучали показатели крови у телок черно-пестрой породы и их помесей с голштинами разных поколений, определение взаимосвязи воспроизводительной функции коров разных генотипов с показателями крови. М.Х. Баймишев с соавт. (2023) [36] исследовали взаимосвязь воспроизводительной функции коров разных генотипов с показателями крови. Однако в работах большинства отечественных авторов изучение гематологических параметров является составной частью комплексных исследований, посвященных другим проблемам зоотехнии, а рассматриваемые показатели в большинстве случаев ограничены минимальным набором – концентрацией гемоглобина, общим количеством эритроцитов и лейкоцитов, лейкоцитарной формулой.

В ходе нашего исследования чистопородные животные показали более высокие значения абсолютного числа эритроцитов, а также имели оптимальные уровни гемоглобина, гематокрита и скорости оседания эритроцитов. Это может указывать на их улучшенные способности к транспорту кислорода и усиленной иммунной реакции. Однако необходимо отметить, что концентрации гемоглобина у коров ирменского типа были выше, чем у чистопородных животных, что может быть связано с более эффективной адаптацией к специфическим условиям Сибири.

Проведенное исследование отражает значимость внутривидовых типов для улучшения продуктивности и адаптации КРС к местным условиям. При этом изучение влияния экогенеза на метаболизм животных позволит разработать более эффективные технологии содержания и

кормления коров черно-пестрой породы в Западной Сибири.

Полученные данные также подчеркивают важность мониторинга сельскохозяйственных популяций коров, особенно в регионах с неблагоприятной экологической ситуацией, вносят вклад в понимание физиологических особенностей коров черно-пестрой породы разного экогенеза и имеют практическое значение для совершенствования технологий разведения и управления стадами КРС в Западной Сибири.

**Заключение.** Средние значения эритроцитарных показателей крупного рогатого скота исследованных групп соответствуют литературным данным и находятся в пределах общепринятой физиологической нормы. Наиболее высокой фенотипической изменчивостью характеризуется содержание гематологических показателей у чистопородных коров черно-пестрой породы, внутривидовые типы отличаются меньшим размахом биологической вариации, что отражает направление селекции при создании производственных типов и адаптацию животных к конкретным экологическим условиям.

Установлены различия ( $p$ -value < 0,05) между разными экогенетическими группами скота черно-пестрой породы по гематологическим показателям, что свидетельствует об их генетической детерминации.

Сила влияния фактора экогенеза ( $\eta^2$ ) для эритроцитарных показателей варьирует от 13 до 52 %. Наибольшая сила влияния установлена для МСН (среднего содержания гемоглобина в эритроците) и для СОЭ, наименьшая – для НСТ (гематокрита).

#### Список источников

1. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2022 год). Лесные Поляны: Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, 2023. 255 с. EDN: WCVFPB.
2. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2023 год). Лесные Поляны: Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, 2024. 251 с.
3. Гончаренко Г.М., Гришина Н.Б., Плахина О.В., и др. Полиморфизм гена CSN3 симментальской породы скота разных эколого-географических зон и связь генотипов с продуктивностью // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. № 6. С. 47–53. EDN: XGXAIT.
4. Осадчук Л.В., Клецев М.А., Себежко О.И., и др. Физиологический статус быков производителей трех пород в эколого-климатических условиях Алтайского края. В сб.: XXIII съезд Физиологи-

- ческого общества им. И.П. Павлова с международным участием, Воронеж, 18–22 сентября 2017 г. Воронеж: Истоки, 2017. С. 2482–2484. EDN: XXZQTZ.
5. Зубова Т.В., Плешков В.А., Смоловская О.В., и др. Биохимические и морфологические показатели крови коров с субклинической формой мастита // Вестник НГАУ. 2023. № 2 (67). С. 181–189. DOI: 10.31677/2072-6724-2023-67-2-181-189. EDN: KARQJB.
  6. Akter A., Caldwell J.M., Pighetti G.M., et al. Hematological and immunological responses to naturally occurring bovine respiratory disease in newly received beef calves in a commercial stocker farm // *Journal of Animal Science*. 2022. Т. 100, № 2. P. skab363. DOI: 10.1093/jas/skab363.
  7. Brscic M., Cozzi G., Lora I., et al. Reference limits for blood analytes in Holstein late-pregnant heifers and dry cows: Effects of parity, days relative to calving, and season // *Journal of dairy science*. 2015. Т. 98, № 11. P. 7886–7892. DOI: 10.3168/jds.2015-9345.
  8. Roland L., Drillich M., Iwersen M. Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine // *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2014. Т. 26, № 5. P. 592–598. DOI: 10.1177/1040638714546490.
  9. Coroian C.O., Mireșă V., Coroia A. et al. Biochemical and Haematological Blood Parameters at Different Stages of Lactation in Cows // *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies*. 2017. Т. 74, № 1. P. 31–36. DOI: 10.15835/buasvmcn-asb:12283.
  10. de Vasconcelos A.M., de Albuquerque C.C., de Carvalho J.F., et al. Adaptive profile of dairy cows in a tropical region // *International Journal of Biometeorology*. 2020. Т. 64, № 1. P. 105–113. DOI: 10.1007/s00484-019-01797-9.
  11. Contiero B., Gottardo F., Cassandro M., et al. Source of variation of hematology and blood biochemical profiles of Holstein Friesian bulls in performance test // *Livestock Science*. 2018. Т. 213. P. 51–53. DOI:10.1016/j.livsci.2018.05.005.
  12. Bao E.L., Cheng A.N., Sankaran V.G. The genetics of human hematopoiesis and its disruption in disease // *EMBO molecular medicine*. 2019. Т. 11, № 8. P. e10316. DOI: 10.15252/emmm.201910316 1.
  13. Chinchilla-Vargas J., Kramer L.M., Tucker J.D., et al. Genetic Basis of Blood-Based Traits and Their Relationship with Performance and Environment in Beef Cattle at Weaning // *Frontiers in Genetics*. 2020. Vol. 11. P. 717. DOI: 10.3389/fgene.2020.00717.
  14. Ganesh S.K., Zakai N.A., Van Rooij F.J., et al. Multiple loci influence erythrocyte phenotypes in the CHARGE Consortium // *Nature genetics*. 2009. Т. 41, № 11. С. 1191–1198. DOI: 10.1038/ng.466.
  15. Yang T., Luo H., Lou W., et al. Genetic background of hematological parameters in Holstein cattle based on genome-wide association and RNA sequencing analyses // *Journal of Dairy Science*. 2024. Т. 107, № 7. P. 4772–4792. DOI: 10.3168/jds.2023-24345.
  16. Kumar D., Kumar S., Gera S. et al. Comparative evaluation of hematological parameters in Hardhenu, Haryana and Sahiwal cattle at different age groups // *Journal of Animal Research*. 2017. Vol. 7, № 1. P. 33–38. DOI: 10.5958/2277-940X.2017.00006.7.
  17. Себежко О.И., Короткевич О.С., Кочнев Н.Н., и др. Особенности гематологического статуса коров разных пород Западной Сибири // Вестник НГАУ. 2024. № 2 (71). С. 259–269. DOI: 10.31677/2072-6724-2024-71-2-259-269. EDN: OULCCO.
  18. Yang Y., Yang S., Tang J., et al. Comparisons of hematological and biochemical profiles in Brahman and Yunling cattle // *Animals (Basel)*. 2022. Vol. 12, № 14. P. 1813. DOI: 10.3390/ani12141813.
  19. Guyot H., Legroux D., Eppe J., et al. Hematologic and Serum Biochemical Characteristics of Belgian Blue Cattle // *Veterinary Sciences*. 2024. Т. 11, № 5. P. 222. DOI: 10.3390/vetsci11050222.
  20. Kavya A., Reddy G.N. Assessment of haematological parameters of punganur cattle // *The Journal of Research ANGRAU*. 2023. Т. 51, № 2. P. 147–151. DOI: 10.58537/jorangrau.2023.51.2.16.
  21. Джуламанов К.М., Колпаков В.И., Ворожейкин А.М., и др. Гематологические показатели молодняка разных генотипов // *Животноводство и кормопроизводство*. 2017. № 3 (99). С. 86–92. EDN: ZJSLOR.
  22. Косилов В.И., Иргашев Т.А., Шабунова Б.К. и др. Клинические и гематологические показатели черно-пестрого скота разных генотипов и яков в горных условиях Таджикистана // *Известия*

- Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (51). С. 112–115. EDN: ТККХХТ.
23. Тюлебаев С.Д., Кадышева М.Д. Гематологический статус телок брединского мясного типа симменталов с различным аллельным набором генов CAPN1 и TG5 // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 3 (59). С. 186–191. DOI: 10.18286/1816-4501-2022-3-186-191.
  24. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Fedyaev J.I., et al. Lead Content in Soil, Water, Forage, Grains, Organs and the Muscle Tissue of Cattle in Western Siberia (Russia) // Indian Journal of Ecology. 2018. Vol. 45, № 4. P. 866–871. EDN: EMDKNH.
  25. Коновалова Т.В., Нарожных К.Н., Короткевич О.С. и др. Особенности депонирования и распределения свинца у скота мясного и молочного направлений продуктивности // Молочное и мясное скотоводство. 2024. № 4. С. 59–63. DOI: 10.33943/MMS.2024.18.85.011. EDN: MGLBLS.
  26. Narozhnykh K.N., Petukhov V.L., Syso A.I. et al. Specific of accumulation of manganese in organs and tissues of Hereford cattle // Brazilian Journal of Biology. 2024. Vol. 84. P. e282174. DOI: 10.1590/1519-6984.282174. EDN: IHABAH.
  27. Нарожных К.Н. Коновалова Т.В., Петухов В.Л., и др. Влияние породной принадлежности на концентрацию цинка в мышечной ткани крупного рогатого скота // Зоотехния. 2024. № 3. С. 38–40. DOI 10.25708/ZT.2024.95.77.011. EDN: JXLRZW.
  28. Себежко О.И., Коновалова Т.В., Короткевич О.С., и др. Генетическая детерминация накопления меди в миокарде у крупного рогатого скота Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2023. № 10 (199). С. 160–166. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-160-166. EDN: VYUMIR.
  29. Зайко О.А., Коновалова Т.В., Короткевич О.С., и др. Межвидовые особенности аккумуляции и изменчивости меди в скелетной мускулатуре сельскохозяйственных животных // Вестник НГАУ. 2023. № 4 (69). С. 173–185. DOI: 10.31677/2072-6724-2023-69-4-173-185. EDN: DBOSZU.
  30. Narozhnykh K.N., Sebezko O.I., Konovalova T.V., et al. Manganese content in muscles of sons of different Holstein bulls reared in Western Siberia // Trace Elements and Electrolytes. 2021. Vol. 38, № 3. P. 149. EDN: SKIIFJ.
  31. Ершов Р.О., Карамаева А.С., Бакаева Л.Н., и др. Гематологические особенности у коров самарского типа черно-пестрой породы с разным генотипом по каппа-казеину // Вестник Ошского государственного университета. Сельское хозяйство: агрономия, ветеринария и зоотехния. 2024. № 2 (7). С. 41–52. DOI: 10.52754/16948696\_2024\_2(7)\_5.
  32. Баймишев Х.Б., Баймишев М.Х., Сергей П.Е. Морфо-биохимические показатели крови коров в зависимости от периода лактации // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1. С. 48–53.
  33. Люханов М.П., Петухов В.Л., Короткевич О.С., и др. Исследование однонуклеотидного полиморфизма SNPs по гену TNFR1 у крупного рогатого скота черно-пестрой породы в Западной Сибири в связи с молочной продуктивностью // Зоотехния. 2015. № 3. С. 2–3. EDN: TKJUUV.
  34. Лоретц О.Г., Ражина Е.В., Смирнова Е.С. Продуктивные особенности коров голштинской породы разных генетических линий // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 6. С. 779–791. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-06-779-791.
  35. Мироненко С.И., Асланукова М.М., Шевхушев А.Ф., и др. Гематологические показатели телок черно-пестрой породы и ее помесей с голштинами разных поколений // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 1 (93). С. 212–217. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-93-1-212-217.
  36. Баймишев М.Х., Баймишев Х.Б., Ухтверов А.М., и др. Воспроизводительная функция и показатели крови коров разных генотипов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4. С. 65–70. DOI: 10.55170/19973225\_2023\_8\_4\_65. EDN: GMQVJU.

## References

1. *Ezhegodnik po plemennoj rabote v molochnom skotovodstve v xozyajstvax Rossijskoj Federacii (2022 god)*. Lesny`e Polyany` : Vserossijskij nauchno-issledovatel`skij institut plemennogo dela; 2023. 255 p. (In Russ.). EDN: WCVFPB.
2. *Ezhegodnik po plemennoj rabote v molochnom skotovodstve v xozyajstvax Rossijskoj Federacii (2023 god)*. Lesny`e Polyany` : Vserossijskij nauchno-issledovatel`skij institut plemennogo dela; 2024. 251 p. (In Russ.).
3. Goncharenko GM, Grishina NB, Plakhina OV, et al. Polymorphism in the gene CSN3 in Simmental cattle from different eco-geographical zones and relationship between genotype and productivity. *Siberian herald of agricultural science*. 2017;(6):47-53. (In Russ.). EDN: XGXAIT.
4. Osadchuk LV, Kleshchev MA, Sebezko OI, et al. Physiological status in three breeds of bulls reared under ecological and climate conditions of the Altai region. In: *XXIII s"ezd Fiziologicheskogo obshchestva im. I.P. Pavlova s mezhdunarodnym uchastiem, Voronezh, 18–22 sept 2017 g.* Voronezh: Istoki; 2017. P. 2482–2484. (In Russ.). EDN: XXZQTZ.
5. Zubova TV, Pleshkov VA, Smolovskaya OV, et al. Biochemical and morphological indicators of the blood of cows with the subclinical form of mastitis. *Vestnik NGAU*. 2023;(2):181-189. (In Russ.). DOI: 10.31677/2072-6724-2023-67-2-181-189. EDN: KARQJB.
6. Akter A, Caldwell JM, Pighetti GM, et al. Hematological and immunological responses to naturally occurring bovine respiratory disease in newly received beef calves in a commercial stocker farm. *Journal of Animal Science*. 2022;100(2):skab363. DOI: 10.1093/jas/skab363/ EDN: OYMIRZ.
7. Brscic M, Cozzi G, Lora I, et al. Reference limits for blood analytes in Holstein late-pregnant heifers and dry cows: Effects of parity, days relative to calving, and season. *Journal of dairy science*. 2015; 98(11):7886-7892. DOI: 10.3168/jds.2015-9345.
8. Roland L, Drillich M, Iwersen M. Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2014;26(5):592-598. DOI:10.1177/1040638714546490.
9. Coroian CO, Mireșă V, Coroia A, et al. Biochemical and haematological blood parameters at different stages of lactation in cows. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies*. 2017;74(1):31-36. DOI: 10.15835/buasvmcn-asb:12283.
10. de Vasconcelos A, de Albuquerque CC, de Carvalho JF, et al. Adaptive profile of dairy cows in a tropical region. *International Journal of Biometeorology*. 2020;64(1):105-113. DOI: 10.1007/s00484-019-01797-9.
11. Contiero B, Gottardo F, Cassandro M, et al. Source of variation of hematology and blood biochemical profiles of Holstein Friesian bulls in performance test. *Livestock Science*. 2018;213:51-53 DOI:10.1016/j.livsci.2018.05.005.
12. Bao EL, Cheng AN, Sankaran VG. The genetics of human hematopoiesis and its disruption in disease. *EMBO Molecular Medicine*. 2019;11(8):e0316. DOI: 10.15252/emmm.20191031610.15252/emmm.201910316. EDN: ALFYYI.
13. Chinchilla-Vargas J, Kramer LM, Tucker JD, et al. Genetic basis of blood-based traits and their relationship with performance and environment in beef cattle at weaning. *Frontiers in Genetics*. 2020;11:717. DOI: 10.3389/fgene.2020.00717. EDN: WVHZSZ.
14. Ganesh SK, Zakai NA, Van Rooij FJ, et al. Multiple loci influence erythrocyte phenotypes in the CHARGE Consortium. *Nature Genetics*. 2009;41(11):1191-1198. DOI: 10.1038/ng.466.
15. Yang T, Luo H, Lou W, et al. Genetic background of hematological parameters in Holstein cattle based on genome-wide association and RNA sequencing analyses. *Journal of Dairy Science*. 2024;107(7):4772-4792. DOI:10.3168/jds.2023-24345. EDN: NVTVQX.
16. Kumar D, Kumar S, Gera S, et al. Comparative evaluation of hematological parameters in Hardhenu, Haryana and Sahiwal cattle at different age groups. *Journal of Animal Research*. 2017; 7(1):33-38. DOI: 10.5958/2277-940X.2017.00006.7.

17. Sebezko OI, Korotkevich OS, Kochnev NN, et al. Features of hematological status of cows of different breeds of Western Siberia. *Vestnik NGAU*. 2024;2:259-269. (In Russ.).DOI: 10.31677/2072-6724-2024-71-2-259-269. EDN: OULCCO.
18. Yang Yu, Yang Sh, Tang J, et al. Comparisons of hematological and biochemical profiles in Brahman and Yunling cattle. *Animals (Basel)*. 2022;12(14):1813. DOI: 10.3390/ani12141813. EDN: UTSXLH.
19. Guyot H, Legroux D, Eppe J. et al. Hematologic and serum biochemical characteristics of Belgian blue cattle. *Veterinary Sciences*. 2024;11(5):222. DOI: 10.3390/vetsci11050222. EDN: IROFPA.
20. Kavva A., Reddy G.N. Assessment of haematological parameters of Punganur cattle. *The Journal of Research ANGRAU*. 2023;51(2):147-151. DOI: 10.58537/jorangrau.2023.51.2.16. EDN: XPNEHW.
21. Dzhulamanov KM, Kolpakov VI, Vorozheykin AM, et al. Hematological indicators of young animals of different genotypes. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*. 2017;3:86-92. (In Russ.). EDN ZJSLOR
22. Kosilov VI, Irgashev TA, Shabunova BK, et al. Clinical and hematological parameters of Black-Spotted cattle of different genotypes and yaks under the mountainous conditions of Tadzhikistan. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015;1:112-115. (In Russ.). EDN TKKXXT.
23. Tyulebaev SD, Kadyisheva MD. Hematological status of Simmental bredinsky meat type heifers with different allelic set of CAPN1 and TG5 genes. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2022; 3:186-191. (In Russ.). DOI: 10.18286/1816-4501-2022-3-186-191. EDN: ALVFBZ.
24. Narozhnykh KN, Konovalova TV, Fedyaev JI, et al. Lead content in soil, water, forage, grains, organs and the muscle tissue of cattle in Western Siberia (In Russ.). *Indian Journal of Ecology*. 2018;45(4):866-871. EDN: EMDKNH.
25. Konovalova TV, Narozhnykh KN, Korotkevich OS, et al. Features of lead deposition and distribution in beef and dairy cattle. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2024;4:59-63. (In Russ.). DOI: 10.33943/MMS.2024.18.85.011. EDN: MGLBLS.
26. Narozhnykh KN, Petukhov VL, Syso AI, et al. Specific of accumulation of manganese in organs and tissues of Hereford cattle. *Brazilian Journal of Biology*. 2024;84:e282174. DOI: 10.1590/1519-6984.282174. EDN: IHABAH.
27. Narozhnykh KN, Konovalova TV, Petukhov VL, et al. Influence of breed on zinc concentration in skeletal muscle tissue of cattle. *Zootehniya*. 2024;3:38-40. (In Russ.). DOI: 10.25708/ZT.2024.95.77.011. EDN: JXLRZW.
28. Sebezko OI, Konovalova TV, Korotkevich OS, et al. Genetic determination of copper accumulation in myocardium In cattle of Western Siberia. *Bulletin of KSAU*. 2023;10:160-166. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-160-166. EDN: VYUMIR.
29. Zayko OA, Konovalova TV, Korotkevich OS, et al. Interspecific features of copper accumulation and variability in the skeletal muscle of farm animals. *Vestnik NGAU*. 2023;4:173-185. (In Russ.). DOI: 10.31677/2072-6724-2023-69-4-173-185. EDN: DBOSZU.
30. Narozhnykh KN, Sebezko OI, Konovalova TV, et al. Manganese content in muscles of sons of different Holstein bulls reared in Western Siberia. *Trace Elements and Electrolytes*. 2021;38(3):149. EDN: CKIIFJ.
31. Ershov RO, Karamaeva AS, Bakaeva LN, et al. Hematological features in Samara-type cows a Black-and-White breed with a different kappa-casein genotype. *Journal of osh state university. Agriculture: agronomy, veterinary and zootechnics*. 2024;2:41-52. (In Russ.). DOI: 10.52754/16948696\_2024\_2(7)\_5. EDN: KCTQKP.
32. Baymishev HB, Baymishev MH, Eremin SP. Morpho-chemistry blood values of a cow depending on lactation period. *Bulletin Samara state agricultural academy*. 2022;7(1):48-53. (In Russ.). EDN: MRROWQ.
33. Lyukhanov MP, Petukhov VL, Korotkevich OS, et al. Study the SNPs on gene TNFR1 at Black-and-White cattle in Western Siberia. *Zootehniya*. 2015;3:2-3. (In Russ.). EDN: TKJUUV.

34. Lorets OG, Razhina EV, Smirnova ES. Productive features of Holstein cows of different genetic lines. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024;24(6):779-791. (In Russ.). DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-06-779-791. EDN: IPSKIO.
35. Mironenko SI, Aslanukova MM, Shevkhushhev AF, et al. Hematological parameters of heifers of the Black-and-White breed and its crosses with Holstein of different generations. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022;1:212-217. (In Russ.). DOI: 10.37670/2073-0853-2022-93-1-212-217. EDN: LYDUVS.
36. Baymishev MH, Baymishev HB, Ukhtverov AM, et al. Reproduction and blood parameters of the cows of different genotypes. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2023;4:65-70. (In Russ.). DOI: 10.55170/19973225\_2023\_8\_4\_65. EDN: GMQVGU.

Статья принята к публикации 07.03.2025 / The article accepted for publication 07.03.2025.

Информация об авторах:

**Ольга Игоревна Себежко**<sup>1</sup>, доцент кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии, кандидат биологических наук, доцент

**Ольга Сергеевна Короткевич**<sup>2</sup>, профессор кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии, доктор биологических наук, профессор

**Сергей Николаевич Гудков**<sup>3</sup>, доцент кафедры терапии, хирургии и акушерства, кандидат биологических наук, доцент

**Татьяна Валерьевна Коновалова**<sup>4</sup>, старший преподаватель кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии

Information about the authors:

**Olga Igorevna Sebezko**<sup>1</sup>, Associate Professor at the Department of Veterinary Genetics and Biotechnology, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

**Olga Sergeevna Korotkevich**<sup>2</sup>, Professor at the Department of Veterinary Genetics and Biotechnology, Doctor of Biological Sciences, Professor

**Sergey Nikolaevich Gudkov**<sup>3</sup>, Associate Professor at the Department of Therapy, Surgery and Obstetrics, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

**Tatyana Valerievna Konovalova**<sup>4</sup>, Senior Lecturer, Department of Veterinary Genetics and Biotechnology

