

Научная статья

УДК 636.22/.28:591.11:631.811.982

doi:10.33284/2658-3135-106-2-43

Гематологические параметры и гормональный профиль герефордских бычков разных генетических групп

Александра Андреевна Сафронова¹, Киниспай Мурзагулович Джуламанов²,
Николай Павлович Герасимов³, Марина Павловна Дубовскова⁴

¹²³⁴Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

¹sovaalexandra@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8609-8640>

²kinispai.d@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8039-7471>

³nick.gerasimov@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2295-5150>

⁴dubovskova.m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6915-4647>

Аннотация. При совершенствовании отечественной популяции герефордского скота широко используют методы внутривидовой селекции, применяя при этом гетероэкологический подбор родительских пар. Данные мероприятия проводятся на фоне регулярного мониторинга физиологического состояния и адаптационных качеств полученного потомства. В качестве комплексного подхода к изучению особенностей метаболических процессов были проведены анализы морфологического и биохимического составов крови, а также состояние эндокринной системы у молодняка герефордской породы разных генетических групп. Для оценки интерьерных параметров были сформированы 3 группы бычков (n=7 гол.) герефордской породы: I – представители уральского типа герефордов, II – канадская селекция, III – американская селекция. Результаты исследований свидетельствуют о незначительных различиях в гематологических параметрах и гормональном фоне бычков разных генетических групп. Внутривидовая изменчивость в показателях морфологического и биохимического состава крови не выходила за пределы физиологической нормы, что свидетельствует об адаптационной пластичности герефордской породы скота.

Ключевые слова: герефордская порода, бычки, морфологический состав крови, биохимический состав крови, тиреоидные гормоны, гормон роста, адаптационные качества, обмен веществ

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР на 2021-2023 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ FNWZ-2021-0001).

Для цитирования: Гематологические параметры и гормональный профиль герефордских бычков разных генетических групп / А.А. Сафронова, К.М. Джуламанов, Н.П. Герасимов, М.П. Дубовскова // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 2. С. 43-51. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-2-43>

PRODUCTION TECHNOLOGY, QUALITY AND ECONOMY IN BEEF CATTLE BREEDING

Original article

Hematological parameters and hormonal profile in Hereford bull-calves of different genetic groups

Aleksandra A Safronova¹, Kinispay M Dzhulamanov², Nikolay P Gerasimov³, Marina P Dubovskova⁴

¹²³⁴Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

¹sovaalexandra@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8609-8640>

²kinispai.d@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8039-7471>

³nick.gerasimov@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2295-5150>

⁴dubovskova.m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6915-4647>

Abstract. Improving the domestic population of Hereford cattle carried out by intrabreeding methods widely using hetero-ecological mating system of parental pairs. These activities are conducted against

the background of regular monitoring of the physiological state and adaptive qualities in resulting progeny. Analyzes of the morphological and biochemical composition of blood, as well as the state of the endocrine system were carried out as an integrated approach to the study of the features of metabolic processes in young Hereford cattle of different genetic groups. Three groups of Hereford bull-calves (n=7 heads) were formed to assess the interior parameters: I - representatives of the Ural type of Herefords, II - Canadian selection, III - American selection. The results of the studies indicate minor differences in hematological parameters and hormonal levels in bull-calves of different genetic groups. Intra-breed variability in morphological and biochemical composition of blood did not exceed the limits of physiological norm, which indicates the adaptive plasticity of Hereford breed.

Keywords: Hereford breed, bull-calves, morphological composition of blood, biochemical composition of blood, thyroid hormones, growth hormones, adaptive qualities, metabolism

Acknowledgments: the work was performed in accordance to the plan of research works for 2021-2023 FSBRI FRC BST RAS (No. FNWZ-2021-0001).

For citation: Safronova AA, Dzhulamanov KM, Gerasimov NP, Dubovskova MP. Hematological parameters and hormonal profile in Hereford bull-calves of different genetic groups. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(2):43-51. (In Russ.) <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-2-43>.

Введение.

Углублённая разработка способов повышения потенциала мясной продуктивности крупного рогатого скота невозможна без анализа физиолого-биохимических факторов (Харламов А.В. и Ажмулдинов Е.А., 2021). На современном этапе развития животноводства в приоритете поиск наиболее объективных методов контроля адаптационных и продуктивных качеств животных (Alfaro GF et al., 2021). Особый интерес в данном аспекте представляет изучение состава крови, отдельные компоненты которой имеют устойчивую наследуемость и коррелируют с хозяйственно-полезными признаками у мясного скота (Cònsolo NRB et al., 2018).

Для успешного решения данного вопроса следует вести мониторинг не только отдельных биохимических показателей у животных, но и комплексных, включающих не один, а несколько ключевых параметров метаболизма, функционально тесно связанных друг с другом в обмене веществ и представленных целым звеном в метаболическом процессе (Herd RM et al., 2019). Использование комплексных тестов в практике мясного скотоводства позволит более полно оценить генетический потенциал продуктивности и адаптационные свойства животных (Sofyan H et al., 2020).

В качестве комплексного подхода к изучению особенностей метаболических процессов были проведены анализы морфологического и биохимического состава крови, а также состояние эндокринной системы у молодняка герефордской породы разных эколого-генетических групп. Эти сводные тесты объективно отражают интенсивность биоэнергетических процессов в организме крупного рогатого скота.

В условиях интенсификации мясного скотоводства большую роль играет резистентность организма, которая в значительной степени определяется влиянием тиреоидных гормонов на обмен веществ и состояние органов и тканей, а также их взаимодействием с гормоном роста, что находит свое отражение в уровне продуктивности животных (Chorfi Y et al., 2015).

Цель исследования.

Оценка гематологических параметров и гормонального статуса герефордских бычков, разных генетических групп в условиях Южного Урала.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Бычки герефордской породы скота.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (1987 г.; Приказ Минздрава СССР No 755 от 12.08.1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных») и «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals» (National Academy Press, Washington, D.C., 1996). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. Для определения гематологических особенностей герефордского скота (ООО «Агрофирма Калининская» Брединского района Челябинской области) в 2023 году исследовали кровь от 3 групп (7 голов каждая) бычков в возрасте 15 месяцев: I группа – Уральский герефорд, II – канадская селекция, III – американская селекция.

Содержание и кормление подопытных бычков были одинаковыми и зависели от сезона года. Состав рациона состоял из кормов собственного производства и был сбалансирован по питательным веществам в зависимости от сезона года и запланированного уровня приростов живой массы.

У подопытных животных из яремной вены брали пробы крови, которую набирали в пробирки до получения объема 10 мл.

Оборудование и технические средства. Исследования выполнялись на оборудовании ЦКП ФНЦ БСТ РАН (<http://цкп-бст.рф>). Пробирки с активатором свёртывания (SiO₂) и пробирки с ЭДТА, автоматический биохимический анализатор DIRUI CS-T240 («DIRUI Industrial Co, Ltd», Китай), ветеринарный автоматический гематологический анализатор DF50 Vet («Dymind», Китай), автоматический микропланшетный анализатор Infinite F200 PRO ("Tecan Austria GmbH", Австрия).

Статистическая обработка. Анализ данных проводили с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) и обработкой данных в «Statistica 10.0» («StatSoft Inc.», США) по алгоритмам описательной статистики. Определение значимости различий между групповыми средними значениями проводили по Критерию Фишера (F-критерий), при этом критический уровень значимости в данном исследовании принимался $P \leq 0,05$.

Результаты исследования.

В организме бычков Уральского типа герефордов наблюдалось повышенное на 15,5-16,6 % содержание эритроцитов в крови, что свидетельствует о лучшей доставке кислорода к тканям тела и способствует лучшей адаптации организма животных отечественной селекции относительно аналогов импортного происхождения (табл. 1). Размер красных клеток крови варьировал в узком диапазоне, в пределах 42,39-43,17 фл. Содержание гемоглобина в крови животных отечественной популяции превышало показатели молодняка канадской и американской селекций на 12,57-13,71 г/л (14,9-16,5 %) соответственно. Таким образом, лучшая приспособленность к кормовым условиям бычков I группы выражалась в повышенном потреблении кислорода, который необходим для окислительно-восстановительных процессов в организме.

Таблица 1. Морфологический состав крови герефордских бычков разных генетических групп
Table 1. Morphological composition of blood in Hereford bull-calves of different genetic groups

Показатель / Indicator	Группа / Group		
	I	II	III
Лейкоциты, 10 ⁹ /л / <i>Leukocytes, 10⁹/l</i>	6,47±1,088	4,94±0,723	4,25±0,710
Эритроциты, 10 ¹² /л / <i>Erythrocyte, 10¹²/l</i>	5,28±0,548	4,53±0,467	4,57±0,452
Гемоглобин, г/л / <i>Hemoglobin, g/l</i>	96,71±9,675	84,14±8,450	83,00±9,649
Гематокрит, % / <i>Hematocrit, %</i>	22,63±2,114	19,21±1,916	19,39±2,134
Средний объем эритроцитов, фл / <i>Mean corpuscular volume, fl</i>	43,17±0,706	42,54±0,680	42,39±1,366
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг / <i>Mean concentration hemoglobin, pg</i>	18,37±0,209	18,61±0,683	18,07±0,527
Средняя концентрация гемоглобина в эритроцитарной массе, г/л / <i>Mean corpuscular hemoglobin concentration, g/l</i>	425,86±4,160	438,14±16,568	426,71±3,803
Тромбоциты, 10 ⁹ /л / <i>Platelets, 10⁹/l</i>	170,43±44,369	147,43±37,661	117,71±30,420
Средний объем тромбоцитов, фл / <i>Mean platelet volume, fl</i>	8,44±0,226	8,48±0,252	8,47±0,252
Ширина распределения тромбоцитов по объему, фл / <i>Platelet distribution width, fl</i>	16,93±0,425	16,85±0,353	16,26±0,691
Тромбокрит, % / <i>Platelet crit, %</i>	0,14±0,037	0,14±0,031	0,10±0,024

На фоне относительно невысокого содержания эритроцитов в крови герефорды канадской селекции отличались повышенной насыщенностью эритроцитов гемоглобином. Таким образом, можно отметить высокую адаптационную реакцию организма молодняка II группы в процессе приспособления к сложившимся условиям региона Южного Урала.

Кровь бычков отечественного происхождения отличалась более высокой скоростью свёртывания и вязкостью по сравнению со сверстниками американской селекции, о чём свидетельствуют различия в показателях тромбокрита и содержания тромбоцитов. Канадские герефорды характеризовались промежуточным количеством тромбоцитов в крови.

О высоких защитных свойствах крови представителей Уральского герефорда свидетельствовал повышенный на 31,0-52,2 % уровень лейкоцитов в крови по сравнению со сверстниками импортной селекции. Также бычки отечественного происхождения отличались наиболее благоприятной лейкограммой крови и обладали лучшей адаптацией к факторам внешней среды (табл. 2).

Таблица 2. Лейкограмма крови герефордских бычков разных генетических групп, %
Table 2. Leukogram of the blood in Hereford bull-calves of different genetic groups, %

Показатель / Indicator	Группа / Group		
	I	II	III
Нейтрофилы / Neutrophils	42,30±2,790	44,19±2,979	35,31±3,791
Лимфоциты / Lymphocytes	47,86±3,249	46,16±2,859	54,64±3,668
Моноциты / Monocytes	5,10±0,446	5,00±0,437	5,93±0,416
Эозинофилы / Eosinophils	4,34±0,805	4,14±0,476	3,41±0,549
Базофилы / Basophils	0,40±0,113	0,51±0,099	0,70±0,157

В свою очередь продолжатели быка американской селекции характеризовались максимальной долей лимфоцитов, моноцитов и базофилов, а также минимальной – нейтрофилов и эозинофилов.

Глюкоза выполняет важную роль для образования аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Содержание глюкозы в сыворотке крови в большей степени зависит от поступления углеводов с рационом, а также свидетельствует о лучшей способности организма переваривать грубые объёмистые корма. Менее активный углеводный обмен фиксировался у бычков американской селекции (табл. 3). Так, по уровню глюкозы они уступали сверстникам на 0,17-0,27 ммоль/л (3,15-4,91 %), что свидетельствует о меньшей приспособленности к кормовым условиям Южного Урала.

Таблица 3. Биохимические показатели сыворотки крови герефордских бычков разных генетических групп

Table 3. Biochemical parameters of blood serum in Hereford bull-calves of different genetic groups

Показатель / Indicator	Группа / Group		
	I	II	III
Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol/l	5,40±0,177	5,50±0,856	5,23±0,304
Общий белок, г/л / Total protein, g/l	95,52±1,601	91,34±1,081	94,46±1,729
Альбумин, г/л / Albumin, g/l	45,71±0,808	44,71±1,085	45,71±0,644
АЛТ, Ед/л / ALT, U/l	51,60±1,395	51,73±2,774	52,57±2,055
АСТ, Ед/л / AST, U/l	135,27±8,318	141,71±5,905	141,64±8,339
Билирубин общий, мкмоль/л / Total bilirubin, µmol/l	2,60±0,449	2,98±0,270	3,06±0,296
Билирубин прямой, мкмоль/л / Direct bilirubin, µmol/l	4,68±0,447	4,97±0,214	5,08±0,259
Холестерин, ммоль/л / Cholesterol, mmol/l	6,23±0,360	5,48±0,328	5,78±0,410
Триглицериды, ммоль/л / Triglycerides, mmol/l	0,23±0,010	0,21±0,007	0,25±0,022
Мочевина, ммоль/л / Urea, mmol/l	7,70±0,223	7,66±0,173	7,67±0,184
Креатинин, мкмоль/л / Creatinine, µmol/l	104,30±4,436	110,57±3,634	104,04±3,465
Мочевая кислота, мкмоль/л / Uric acid, µmol/l	27,33±1,463	24,47±1,412	25,90±2,838
Магний, ммоль/л / Magnesium, mmol/l	0,82±0,016	0,85±0,041	0,86±0,022
Кальций, ммоль/л / Calcium, mmol/l	2,33±0,032	2,31±0,050	2,30±0,021
Фосфор, ммоль/л / Phosphorus, mmol/l	0,51±0,036	0,46±0,035	0,53±0,028

Содержание холестерина в сыворотке крови в большей мере характеризует особенности липидного обмена, а также его уровень связан с синтезом половых и стероидных гормонов, витамина D. Большее количество холестерина отмечалось у молодняка Уральского герефорда, который превосходил импортных аналогов на 0,45-0,75 ммоль/л (7,79-13,69 %). Это свидетельствует о высокой барьерной функции клеток у бычков отечественной селекции, так как холестерин обеспечивает прочность и проницаемость клеточных мембран и влияет на активность мембранных ферментов.

Наглядным показателем белкового обмена может служить уровень различных форм азота в крови и трансаминазная её активность, которая свидетельствует о процессах переаминирования и синтезе белка в организме крупного рогатого скота. Согласно нашим данным, более интенсивный азотистый обмен регистрировался у представителей отечественного типа герефордской породы, что выражалось в превосходстве по содержанию белка на 1,06-4,18 г/л (1,12-4,58 %) и альбуминовой фракции – на 1,00 г/л (2,24 %) относительно аналогов импортной селекции. Однако более интенсивное переаминирование аминокислот установлено у продолжателей американских и канадских быков-производителей, о чём указывают повышенная активность аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы. Пониженный уровень мочевины в сыворотке крови молодняка II и III групп на 0,03-0,04 ммоль/л демонстрировал высокий потенциал использования азотсодержащих веществ корма.

Резистентность организма в значительной степени определяется влиянием тиреоидных гормонов на обмен веществ и состояние органов и тканей (табл. 4). Кроме того, гормоны щитовидной железы воздействуют на интенсивность обмена веществ, что находит своё отражение в уровне мясной продуктивности молодняка крупного рогатого скота. Наивысший уровень трийодтиронина в крови отмечался у бычков канадского происхождения, которые превосходили сверстников на 0,11-0,27 нмоль/л (4,62-12,16 %). Уральский герефорд отличался максимальной концентрацией тироксина – на 11,61-17,98 нмоль/л (8,73-14,20 %), превышая показатели сверстников импортной селекции. Таким образом, сравнительно лучшая адаптация к факторам внешней среды была характерна для бычков I и II групп.

Таблица 4. Концентрация гормонов в сыворотке крови герефордских бычков разных генетических групп

Table 4. Hormone concentration in blood serum of Hereford bull-calves of different genetic groups

Показатель / <i>Indicator</i>	Группа / <i>Group</i>		
	I	II	III
Гормон роста, мМЕ/мл / <i>Growth hormone, mIU/ml</i>	21,34±2,921	26,18±6,573	23,04±6,676
Трийодтиронин, нмоль/л / <i>Triiodothyronine, nmol/l</i>	2,22±0,163	2,49±0,160	2,38±0,152
Тироксин, нмоль/л / <i>Thyroxine, nmol/l</i>	144,64±7,205	133,03±6,738	126,66±5,848

Гормон роста играет важную роль в развитии животного, способствуя росту и обновлению клеток в организме. Уровни гормона роста в крови достигают пика в период полового созревания. Значительный потенциал мясной продуктивности бычков импортной селекции подтверждается высокой концентрацией гормона роста в крови, превышая на 1,70-4,84 мМЕ/мл (7,97-22,68 %) показатели сверстников отечественного происхождения.

Обсуждение полученных результатов.

Резко континентальный климат Южного Урала имеет большое значение для разведения мясных пород скота в стране. Для этого региона характерно использование неприхотливых и хорошо приспособленных пород, преимущественно, казахской белоголовой и герефордской, способных эффективно использовать низкопродуктивные пастбища. Технология мясного скотоводства рассматривает выпас как наиболее экономичный способ преобразования низкокачественных сель-

скохозйственных угодий в продукты с высокой питательной ценностью (Шичкин Г.И. и др., 2021).

Герефордский скот хорошо зарекомендовал себя на территории биогеохимической зоны Южного Урала, проявляя высокую продуктивность. Длительная селекционно-племенная работа с популяцией позволила создать высокоэффективный тип, характеризующийся крупными формами экстерьера и интенсивным весовым ростом. Однако потенциал породы в регионе ещё не полностью раскрыт. Совершенствование Уральского герефорда в племенных стадах базируется, главным образом, на внутривидовой селекции с использованием импортных породных ресурсов (Фролов А.Н. и др., 2021). Данные мероприятия сопряжены с риском потери уникальных приспособительных качеств зонального типа. В связи с этим возникает необходимость мониторинга адаптационных свойств герефордского скота в процессе улучшения генетического потенциала его продуктивности. Наиболее объективным критерием оценки физиологического состояния животных является исследование гематологических параметров (Мусабаева Л.Л. и др., 2022).

Исследования морфологического и биохимического составов крови бычков герефордской породы не выявили значительных различий между разными эколого-генетическими группами. В то же время различное происхождение молодняка предопределяло некоторые особенности в его гематологическом профиле. Лучшие окислительно-восстановительные свойства крови фиксировались у бычков уральской популяции, что выражалось в наивысшем уровне эритроцитов и гемоглобина. Их канадские сверстники характеризовались высокой насыщенностью красных клеток крови гемоглобином, что свидетельствовало о высокой адаптационной реакции организма к условиям выращивания (Мироненко С.И. и др., 2022). Худшая дыхательная функция крови отмечалась у представителей американской селекции, что объясняется существенными отличиями природно-климатических условий США от сухостепной зоны Южного Урала. Кроме того, бычки отечественного происхождения характеризовались повышенной неспецифической резистентностью на фоне импортных аналогов, что выражалось в превосходстве по содержанию белых клеток крови.

Об интенсивности обменных процессов в организме можно судить по биохимическому составу сыворотки крови (Нечитайло К.С. и Сизова Е.А., 2021; Xuan NH et al., 2018). Более интенсивный углеводный обмен регистрировался у канадских и уральских бычков, свидетельствующий о способности к эффективному использованию грубых объёмистых кормов. Герефорды американской селекции отличались относительно лучшим белковым обменом, что выражалось в повышенном уровне белка и альбуминовой фракции, а также активности ферментов переаминирования.

Несмотря на различное происхождение молодняка существенных отклонений в гормональном фоне не отмечалось. Повышенная концентрация гормона роста в сыворотке крови бычков импортной селекции свидетельствует о значительном потенциале мясной продуктивности. Гормон роста способствует развитию мышц, одновременно стимулируя липолиз в адипоцитах, что оказывает негативное влияние на внутримышечное отложение жира (Фролов А.Н. и др., 2022; Hong N et al., 2021). В то же время Корчичк JJ с соавторами (2020) сообщают, что при невысоком содержании гормона роста в крови отмечается небольшое количество жировых клеток в мышечной ткани, но они имеют большой объём. Таким образом, бычки уральского типа герефордов характеризуются относительной скороспелостью на фоне молодняка импортного происхождения.

Заключение.

При совершенствовании отечественной популяции герефордского скота широко используется внутривидовая селекция методами гетерозологического подбора родительских пар. Данные мероприятия проводятся на фоне регулярного мониторинга физиологического состояния и адаптационных качеств полученного потомства. Результаты исследований свидетельствуют о незначительных различиях в гематологических параметрах и гормональном фоне бычков разных эколого-генетических групп. Внутривидовая изменчивость в показателях морфологического и биохимического составов крови не выходила за пределы физиологической нормы, что свидетельствует об адаптационной пластичности герефордской породы скота.

Список источников

1. Гематологические показатели тёлочек чёрно-пёстрой породы и её помесей с голштинами разных поколений / С.И. Мироненко, М.М. Асланукова, А.Ф. Шевхушев, Е.Г. Насамбаев, Т.С. Кубатбеков, А.В. Харламов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 1(93). С. 212-217. [Mironenko SI, Aslanukova MM, Shevkhushhev AF, Nasambaev EG, Kubatbekov TS, Kharlamov AV. Hematological parameters of heifers of the black-and-white breed and its crosses with holstein of different generations. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2022;1(93):212-217. (In Russ.)]. doi: 10.37670/2073-0853-2022-93-1-212-217
2. Морфобиохимические показатели крови цыплят-бройлеров при применении кремнийсодержащей кормовой добавки / Л.Л. Мусабаева, Е.А. Сизова, Я.В. Лутковская, А.П. Иванищева // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 2. С. 95-106. [Musabayeva LL, Sizova EA, Lutkovskaya YV, Ivanishcheva AP. Morphobiochemical parameters of blood of broilers using a silicon-containing feed additive. Animal Husbandry and Fodder Production. 2022;105(2):95-106. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-105-2-95
3. Нечитайло К.С., Сизова Е.А. Биохимические показатели крови и антиоксидантный статус цыплят-бройлеров при использовании фульвогумата в рационе // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 4. С. 182-192. [Nechitailo KS, Sizova EA. Biochemical parameters of blood and antioxidant status of broiler chickens using fulvohumate in the diet. Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(4):182-192. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-182
4. Оценка адаптационных качеств герефордского скота импортной селекции к условиям южно-уральской биогеохимической провинции на основе изучения репродуктивных качеств и биохимических показателей сыворотки крови / А.Н. Фролов, О.А. Завьялов, А.В. Харламов, Г.А. Морган, И.М. Дунин // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 4. С. 79-88. [Frolov AN, Zavyalov OA, Kharlamov AV, Morgan GA, Dunin IM. Assessment of the adaptation qualities of Hereford livestock of imported breeding to the conditions of the South Ural biogeochemical province based on the study of reproductive qualities and biochemical values of blood serum. Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(4):79-88. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-79
5. Оценка продуктивных качеств и элементного статуса бычков калмыцкой породы различных генотипов по гену гормона роста / А.Н. Фролов, О.А. Завьялов, А.В. Харламов, И.Н. Сычева, И.Е. Быстренина // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 1. С. 62-73. [Frolov AN, Zavyalov OA, Kharlamov AV, Sycheva IN, Bystrenina IE. Evaluation of productive traits and elemental status in Kalmyk bull-calves of various genotypes by growth hormone gene. Animal Husbandry and Fodder Production. 2022;105(1):62-73. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-105-1-62
6. Производство говядины: состояние и перспективы / Г.И. Шичкин, С.В. Лебедев, Р.В. Костюк, Д.Г. Шичкин // Молочное и мясное скотоводство. 2021. № 8. С. 2-5. [Shichkin GL, Lebedev SV, Kostyuk RV, Shichkin DG. Beef manufacture: condition and prospects. Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding. 2021;8:2-5. (In Russ.)]. doi: 10.33943/MMS.2021.33.85.001
7. Харламов А.В., Ажмулдинов Е.А. Сравнительная оценка продуктивности выбракованных коров различных пород в зависимости от способов их содержания и сроков откорма // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 2. С. 65-73. [Kharlamov AV, Azhmuldinov EA. Comparative productivity assessment of the culled cows of various breeds, depending on the methods of keeping and fattening time. Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(2):65-73. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-104-2-65
8. Alfaro GF, Rodriguez-Zas SL, Southey BR, Muntifering RB, Rodning SP, Pacheco WJ, Moisés SJ. Complete blood count analysis on beef cattle exposed to fescue toxicity and rumen-protected niacin supplementation. Animals. 2021;11(4):988. doi: 10.3390/ani11040988
9. Chorfi Y, Couture Y, Tremblay GF, Berthiaume R, Cinq-Mars D. Growth and blood parameters of weaned crossbred beef calves fed forage kale (*Brassica oleracea* spp. *acephala*). Advances in Agriculture. 2015;2015:410497. doi: 10.1155/2015/410497

10. Cònsolo NRB, Munro JC, Bourgon SL, Karrow NA, Fredeen AH, Martell JE, Montanholi YR. Associations of blood analysis with feed efficiency and developmental stage in grass-fed beef heifers. *Animals*. 2018;8(8):133. doi: 10.3390/ani8080133
11. Herd RM, Velazco JI, Smith H, Arthur PF, Hine B, Oddy H, Dobos RC, Hegarty RS. Genetic variation in residual feed intake is associated with body composition, behavior, rumen, heat production, hematology, and immune competence traits in Angus cattle. *Journal of Animal Science*. 2019;97(5):2202-2219. doi: 10.1093/jas/skz077
12. Hong H, Baatar D, Hwang SG. The difference of castration timing of Korean Hanwoo bulls does not significantly affect the carcass characteristics. *J Anim Sci Technol*. 2021;63(2):426-439. doi: 10.5187/jast.2021.e26
13. Kopchick JJ, Berryman DE, Puri V, Lee KY, Jorgensen JOL. The effects of growth hormone on adipose tissue: old observations, new mechanisms. *Nat Rev Endocrinol*. 2020;16:135-146. doi: 10.1038/s41574-019-0280-9
14. Sofyan H, Satyaningtijas AS, Sumantri C, Sudarnika E, Agungpriyono S. Hematological profile of aceh cattle. *Adv Anim Vet Sci*. 2020;8(1):108-114. doi: 10.17582/journal.aavs/2020/8.1.108.114
15. Xuan NH, Loc HT, Ngu NT. Blood biochemical profiles of Brahman crossbred cattle supplemented with different protein and energy sources. *Veterinary World*. 2018;11(7):1021-1024. doi: 10.14202/vetworld.2018.1021-1024

References

1. Mironenko SI, Aslanukova MM, Shevkhushhev AF, Nasambaev EG, Kubatbekov TS, Kharlamov AV. Hematological parameters of heifers of the black-and-white breed and its crosses with holstein of different generations. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022;1(93):212-217. doi: 10.37670/2073-0853-2022-93-1-212-217
2. Musabayeva LL, Sizova EA, Lutkovskaya YV, Ivanishcheva AP. Morphobiochemical parameters of blood of broilers using a silicon-containing feed additive. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(2):95-106. doi: 10.33284/2658-3135-105-2-95
3. Nechitailo KS, Sizova EA. Biochemical parameters of blood and antioxidant status of broiler chickens using fulvohumate in the diet. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2021;104(4):182-192. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-182
4. Frolov AN, Zavyalov OA, Kharlamov AV, Morgan GA, Dunin IM. Assessment of the adaptation qualities of Hereford livestock of imported breeding to the conditions of the South Ural biogeochemical province based on the study of reproductive qualities and biochemical values of blood serum. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2021;104(4):79-88. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-79
5. Frolov AN, Zavyalov OA, Kharlamov AV, Sycheva IN, Bystrenina IE. Evaluation of productive traits and elemental status in Kalmyk bull-calves of various genotypes by growth hormone gene. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(1):62-73. doi: 10.33284/2658-3135-105-1-62
6. Shichkin GL, Lebedev SV, Kostyuk RV, Shichkin DG. Beef manufacture: condition and prospects. *Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2021;8:2-5. doi: 10.33943/MMS.2021.33.85.001
7. Kharlamov AV, Azhmuldinov EA. Comparative productivity assessment of the culled cows of various breeds, depending on the methods of keeping and fattening time. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2021;104(2):65-73. doi: 10.33284/2658-3135-104-2-65
8. Alfaro GF, Rodriguez-Zas SL, Southey BR, Muntifering RB, Rodning SP, Pacheco WJ, Moisés SJ. Complete blood count analysis on beef cattle exposed to fescue toxicity and rumen-protected niacin supplementation. *Animals*. 2021;11(4):988. doi: 10.3390/ani11040988
9. Chorfi Y, Couture Y, Tremblay GF, Berthiaume R, Cinq-Mars D. Growth and blood parameters of weaned crossbred beef calves fed forage kale (*Brassica oleracea* spp. *acephala*). *Advances in Agriculture*. 2015;2015:410497. doi: 10.1155/2015/410497
10. Cònsolo NRB, Munro JC, Bourgon SL, Karrow NA, Fredeen AH, Martell JE, Montanholi YR. Associations of blood analysis with feed efficiency and developmental stage in grass-fed beef heifers. *Animals*. 2018;8(8):133. doi: 10.3390/ani8080133

11. Herd RM, Velazco JI, Smith H, Arthur PF, Hine B, Oddy H, Dobos RC, Hegarty RS. Genetic variation in residual feed intake is associated with body composition, behavior, rumen, heat production, hematology, and immune competence traits in Angus cattle. *Journal of Animal Science*. 2019;97(5):2202-2219. doi: 10.1093/jas/skz077
12. Hong H, Baatar D, Hwang SG. The difference of castration timing of Korean Hanwoo bulls does not significantly affect the carcass characteristics. *J Anim Sci Technol*. 2021;63(2):426-439. doi: 10.5187/jast.2021.e26
13. Kopchick JJ, Berryman DE, Puri V, Lee KY, Jorgensen JOL. The effects of growth hormone on adipose tissue: old observations, new mechanisms. *Nat Rev Endocrinol*. 2020;16:135-146. doi: 10.1038/s41574-019-0280-9
14. Sofyan H, Satyaningtjas AS, Sumantri C, Sudarnika E, Agungpriyono S. Hematological profile of aceh cattle. *Adv Anim Vet Sci*. 2020;8(1):108-114. doi: 10.17582/journal.aavs/2020/8.1.108.114
15. Xuan NH, Loc HT, Ngu NT. Blood biochemical profiles of Brahman crossbred cattle supplemented with different protein and energy sources. *Veterinary World*. 2018;11(7):1021-1024. doi: 10.14202/vetworld.2018.1021-1024

Информация об авторах:

Александра Андреевна Сафронова, аспирант селекционно-генетического центра по мясным породам скота, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29.

Киниспай Мурзагулович Джуламанов, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий селекционно-генетического центра по мясным породам скота, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)30-81-74.

Николай Павлович Герасимов, доктор биологических наук, старший научный сотрудник селекционно-генетического центра по мясным породам скота, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-912-358-96-17.

Марина Павловна Дубовскова, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник селекционно-генетического центра по мясным породам скота, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-922-621-61-78.

Information about the authors:

Aleksandra A Safronova, post-graduate student of the Breeding and Genetic Center for Beef Cattle, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya st., 460000, Orenburg.

Kinispay M Dzhulamanov, Dr. Sci. (Agriculture), Head of the Breeding and Genetic Center for Beef Cattle, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya st., 460000, Orenburg., tel.: 8(3532)30-81-74.

Nikolay P Gerasimov, Dr. Sci. (Biology), Senior Researcher, Breeding and Genetic Center for Beef Cattle, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8-912-358-96-17.

Marina P Dubovckova, Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Breeding and Genetic Center for Beef Cattle, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 460000, Orenburg, 29 9 Yanvarya St., tel.: 8-922-621-61-78.

Статья поступила в редакцию 19.05.2023; одобрена после рецензирования 02.06.2023; принята к публикации 13.06.2023.

The article was submitted 19.05.2023; approved after reviewing 02.06.2023; accepted for publication 13.06.2023.