

УДК 591.11:636.22/.28.082.13 (470.55/.58)

DOI: 10.33284/2658-3135-104-3-17

Изменчивость антигенной структуры групп крови уральской популяции герефордского скота

К.М. Джуламанов, Л.Г. Сурундаева, Н.П. Герасимов

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (г. Оренбург)

Резюме. Целью исследований являлся мониторинг антигенной структуры племенного стада оригинатора типа Уральский герефорд на разных этапах совершенствования. Изучение динамики аллелофонда по грапам крови проводили в ООО «АФ Калининская» Брединского района Челябинской области в 2007 году (коровы, n=150 голов) и на современном этапе (коровы, n=137; быки-производители, n=34; тёлки, n=160). Анализ встречаемости отдельных антигенов показал, что по сравнению с предыдущим результатом мониторинга из популяции были элиминированы носители факторов I₂, K, O₁, Q, T₁, T₂, Y₁, A'₁, E'₁, E'₂, F'₂, Y', B'' по наиболее полиморфному локусу EAB. В то же время в племенном ядре появились животные, в антигенном спектре которых имеются факторы O₃, O₄, F', J'₂. Кроме того, в предшествующей генерации стада не обнаружены такие антигены, как O₄, F', J'₂, E, S₁, S₂, H'', M. Результаты свидетельствуют, что племенные стада современного и предыдущего варианта генетически достаточно удалены друг от друга. При этом маточный контингент (коровы и тёлки) современной популяции формирует единый кластер, а быки-производители имеют отличный от основного стада антигенный спектр. Это подтверждает определяющее влияние быков на формирование генеалогической структуры всей популяции.

Ключевые слова: мясной скот, Уральский герефорд, канадская селекция, генофонд, популяция, система групп крови, антигены, иммуногенетический мониторинг.

UDC 591.11:636.22/.28.082.13 (470.55/.58)

Variability of the antigenic structure of blood groups in the Ural population of the Hereford cattle

Kinispaï M Dzhulamanov, Lyubov G Surundaeva, Nikolai P Gerasimov

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

Abstract. The aim of the research was to monitor the antigenic structure of the breeding herd of the originator type Ural Hereford at different stages of improvement. The study of the dynamics of the allele pool by blood groups was carried out at LLC "AF Kalininskaya", Bredinsky District, Chelyabinsk Region in 2007 (cows, n = 150 heads) and at the present stage (cows, n = 137; sire bulls, n = 34; heifers, n = 160). Analysis of the occurrence of individual antigens showed that, in comparison with the previous monitoring result, carriers of factors I₂, K, O₁, Q, T₁, T₂, Y₁, A'₁, E'₁, E'₂, F'₂, Y', B'' were eliminated from the population according to the most polymorphic EAB locus. At the same time, animals having no antigen like O₄, F', J'₂, E, S₁, S₂, H'', M in the antigenic spectrum appeared in the breeding nucleus. In addition, antigens such as O₄, F', J'₂, E, S₁, S₂, H'', M were not found in the previous generation of the herd. The results indicate that the breeding herds of the modern and the previous variant are genetically sufficiently remote from each other. At the same time, the uterine contingent (cows and heifers) of the modern population form a single cluster, and the breeding bulls have an antigenic spectrum different from the main herd. This confirms the decisive influence of bulls on the formation of the genealogical structure of the entire population.

Keywords: beef cattle, Ural Hereford, Canadian selection, gene pool, population, blood group system, antigens, immunogenetic monitoring.

Введение.

Стабильность генетической структуры отдельных групп животных достигается высокой культурой ведения селекционно-племенной работы при линейном разведении. При этом селекционеры добиваются значительной консолидированности племенных стад по продуктивному потенциалу и генотипу (Мирошников С. и др., 2012). Это неизбежно лимитирует размах изменчивости хозяйственно-полезных признаков, что негативно отражается на перспективах отбора животных. В рамках конкретной популяции создание достаточной дифференциации затруднено по причине высокого генетического сходства и общности групп животных (Анисимова Е.И., 2019; Шендаков А.И. и Глазкова Н.Ю., 2020). В условиях интенсификации селекционной работы необходимую гетерогенность в стадах можно повысить за счёт использования племенного материала из различных эколого-климатических зон разведения. Гетерозокологический подбор при чистопородном разведении создаёт предпосылки для повышения эффективности отбора лучших представителей породы.

Наглядным примером внутривидовой эволюции служит селекционно-племенная работа в уральской популяции герефордского скота. Так, длительный интенсивный отбор по экстерьерно-конституциональным и продуктивным признакам обеспечил высокую консолидацию племенных стад региона, что стало результатом апробации в 2007 году внутривидового типа Уральский герефорд. Новый тип характеризовался высокой интенсивностью роста, крупным форматом телосложения и комолостью. Генеалогическая структура уральской популяции базировалась на 4 заводских линиях. Однако современные темпы совершенствования генетического потенциала мясного скота не могли поддерживаться лишь межлинейным кроссированием. Поэтому дальнейшее улучшение и поддержание конкурентоспособности Уральского герефорда проводилось при активном участии племенного материала канадской селекции, как наиболее адаптированной к местным климатическим условиям. Такие мероприятия способствовали значительному повышению потенциала мясной продуктивности в популяции, что обеспечивает конкурентоспособность породы как на внутреннем, так и внешнем рынках (Дубовскова М.П., 2019).

Мониторинг структуры антигенов групп крови позволяет изучить изменчивость популяций крупного рогатого скота, выделить основные векторы в искусственном отборе стада (Прокопьев Л.Н. и Александрова С.С., 2014; Селионова М.И. и др., 2015).

Цель исследований.

Мониторинг антигенной структуры племенного стада оригинатора типа Уральский герефорд на разных этапах совершенствования.

Материалы и методы исследований.

Объект исследований. Животные герефордской породы разных половозрастных групп: быки-производители, коровы, тёлки.

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. Изучение динамики генофонда ООО «АФ Калининская» Брединского района Челябинской области проводили на разных этапах совершенствования стада: в 2007 году (коровы, n=150 голов) и современное стадо (коровы, n=137; быки-производители, n=34; тёлки, n=160). Для характеристики аллелофонда племенного поголовья по группам крови отбиралась цельная кровь из яремной вены. Цельную кровь вносили в пробирки с 600 мкл этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) до получения объёма 10 мл. Серологические тесты проводились в присутствии стандартных реагентов (база реагентов=51 ед.) в лаборатории книг племенных живот-

ных и иммуногенетической экспертизы ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН. Сыворотки произведены ОАО «Московское» по племенной работе (Госплемрегистр ПЖ 77 № 006485, приказ МСХ РФ № 270 от 26.06.2015 г.).

Оборудование и технические средства. Исследования проводились в лабораториях ФНЦ БСТ РАН. Стандартные моноспецифические сыворотки-реагенты (n=51), центрифуга РС-6 наполняемая рефрижераторная («Техноком», Россия).

Статистическая обработка. Кластерный анализ проводили в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Иерархическую классификацию проводили методом одиночной связи (расстояние Чебышева).

Частоту встречаемости антигенов определяли по формуле:

$$p = \frac{n}{N} \times 100 \%$$

где p – частота антигена,

n – количество особей-носителей определённого антигена,

N – количество особей.

Результаты исследований.

Антигенный анализ племенного стада ООО «АФ Калининская» по отдельным половозрастным группам и базы 2007 года свидетельствует, что в изучаемой популяции частота встречаемости антигенных факторов крови варьирует от 0 до 97,06 % по системам А, В, С, F-V, J, L, М, S, Z, R', T' (табл. 1).

Таблица 1. Частота встречаемости антигенов у скота герефордской породы в племенных стадах
Table 1. Frequency of occurrence of antigens in the Hereford livestock in breeding herds

Система/ System	Антигены/ Antigens	Стадо 2007 г. / Herd 2007		Современное стадо/Modern herd					
		гол./head	%	коровы/cows		быки/bulls		тёлки/heifers	
				гол./head	%	гол./head	%	гол./head	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А	A ₁	130	86,67	-	-	-	-	-	-
	A ₂	100	66,67	32	23,36	6	17,65	117	73,12
В	B ₂	7	4,67	12	8,76	1	2,94	12	7,50
	G ₂	14	9,33	14	10,22	4	11,76	3	1,87
	G ₃	17	11,33	24	17,52	10	29,41	24	15,00
	I ₁	3	2,00	2	1,46	-	-	-	-
	I ₂	9	6,00	-	-	3	8,82	-	-
	К	6	4,00	-	-	4	11,76	1	0,62
	O ₁	11	7,33	-	-	-	-	8	5,00
	O ₂	11	7,33	16	11,68	3	8,82	11	6,87
	O ₃	-	-	16	11,68	6	17,65	-	-
	O ₄	-	-	34	24,82	2	5,88	14	8,75
	Q	11	7,33	-	-	-	-	-	-
	T ₁	6	4,00	-	-	-	-	-	-
	T ₂	5	3,33	-	-	-	-	-	-
	Y ₁	110	73,33	-	-	-	-	-	-
Y ₂	113	75,33	97	70,80	33	97,06	122	76,25	
A' ₁	16	10,67	-	-	-	-	-	1	0,62
A' ₂	19	12,67	12	8,76	6	17,65	33	20,62	

Продолжение 1 таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	B'	3	7,00	37	27,01	3	8,82	18	11,25
	D'	96	64,00	41	29,93	16	47,06	62	38,75
	E' ₁	4	2,67	-	-	-	-	-	-
	E' ₂	4	2,67	-	-	-	-	-	-
	E' ₃	15	10,00	22	16,06	4	11,76	-	-
	F'	-	-	13	9,49	4	11,76	-	-
	F' ₂	5	3,33	-	-	-	-	-	-
	G'	7	4,67	87	63,50	18	52,94	16	10,00
	I'	119	79,33	67	48,91	7	20,59	133	83,12
	K'	8	5,33	69	50,36	3	8,82	21	13,12
	J' ₂	-	-	4	2,92	-	-	1	0,62
	O'	10	6,67	23	16,79	5	14,71	2	1,25
	Q'	36	24,00	9	6,57	-	-	23	14,37
	Y'	4	2,67	-	-	-	-	-	-
	B''	3	2,00	-	-	-	-	-	-
	G''	3	2,00	2	1,46	1	2,94	1	0,62
	b	3	2,00	-	-	-	-	-	-
	C ₁	102	68,00	-	-	-	-	-	-
	C ₂	112	74,67	43	31,39	15	44,12	115	71,87
	E	-	-	69	50,36	20	58,82	129	80,62
	R ₁	51	34,00	-	-	-	-	-	-
	R ₂	96	64,00	-	-	-	-	19	11,87
	W	66	44,00	43	31,39	14	41,18	48	30,00
	X ₂	4	2,67	112	81,75	15	44,12	98	61,25
	C'	3	2,00	-	-	-	-	-	-
	L'	6	4,00	-	-	-	-	-	-
F-V	F	119	79,33	104	75,91	31	91,18	148	92,50
	V	33	22,00	68	49,64	4	11,76	30	18,75
J	J ₁	17	11,33	-	-	-	-	-	-
L	L	124	82,67	54	39,42	15	44,12	12	7,50
	S ₁	-	-	91	66,42	14	41,18	3	1,87
	S ₂	-	-	-	-	-	-	1	0,62
	U	1	0,67	16	11,68	1	2,94	-	-
	H'	82	54,67	71	51,82	16	47,06	119	74,37
	U'	4	2,67	63	45,98	13	38,24	13	8,12
	H''	-	-	30	21,90	2	5,88	1	0,62
	U''	-	-	26	18,98	3	8,82	-	-
M	M	-	-	-	-	-	-	-	-
Z	Z	52	34,67	59	43,07	6	17,65	116	72,50
R'	R'	37	24,67	-	-	-	-	-	-
T'	T'	18	12,00	-	-	-	-	-	-

В результате тестирования современных животных установлено, что в системе А наибольшее распространение получил антиген А₂, частота которого варьировала от 17,65 % в группе быков-производителей до 73,12 % – в группе ремонтных тёлочек. В то же время в стаде отсутствовал антиген А₁, тогда как при предыдущем анализе (2007 г.) встречаемость антигена А₁ достигала 86,67 %.

Наиболее характерными для ранее разводимой популяции являлись антигенные факторы A_1 (86,67 %) и A_2 (66,67 %) в системе А, в аллеле В распространены Y_1 (73,33 %), Y_2 (75,33 %) и I' (79,33 %). По другим системам наибольшее распространение получили C_1 (68,00 %), C_2 (74,67 %), R_2 (64,00 %), F (79,33 %), L (82,67 %) и H' (54,67 %). В предшествующей генерации стада не обнаружены такие антигены, как O_4 , F' , J'_2 , E , S_1 , S_2 , H'' , M .

Настоящая иммуногенетическая характеристика маточного стада (коровы) определяется большим наличием носителей эритроцитарных антигенов в системе В – Y_2 (70,80 %), G' (63,50 %), K' (50,36 %). В системе С наиболее распространёнными факторами крови были E (50,36 %) и X_2 (81,75 %), в локусе F-V – F (75,91 %), в локусе S – S_1 (66,42 %) и H' (51,82 %). Следует отметить, что по сравнению с предыдущим результатом мониторинга из популяции были элиминированы носители антигенов I_2 , K , O_1 , Q , T_1 , T_2 , Y_1 , A'_1 , E'_1 , E'_2 , F'_2 , Y' , B'' по наиболее полиморфному локусу EAB. В то же время в племенном ядре появились животные, в антигенном спектре которых имеются факторы O_3 , O_4 , F' , J'_2 .

Несколько по-другому распределены антигены в крови тёлочек. Так, большинство в стаде представлено носителями A_2 (73,12 %), Y_2 (76,25 %), I' (83,12 %), C_2 (71,87 %), E (80,62 %), X_2 (61,25 %), F (92,50 %), H' (74,37 %), Z (72,50 %). Таким образом, иммуногенетическая характеристика стада ООО «АФ Калининская» в большей степени зависит от антигенного состава крови используемых быков-отцов. Так, различия по частотам встречаемости антигенов в популяции обусловлены дрейфом генов в результате использования быков-производителей различной селекции и импорта животных из стран с развитым мясным скотоводством при совершенствовании герефордской породы. Причём среди быков-производителей, используемых в воспроизводстве стада, большее распространение получили носители антигенов Y_2 (97,06 %), G' (52,94 %), E (58,82 %), F (91,18 %).

При анализе частот отдельных антигенов за период с 2007 года до настоящего времени установлено, что племенные стада современного и предыдущего варианта генетически достаточно удалены друг от друга (рис. 1). При этом маточный контингент (коровы и тёлки) современной популяции формирует единый кластер, а быки-производители имеют отличный от основного стада антигенный спектр. Это подтверждает их определяющее влияние на формирование генеалогической структуры всей популяции.

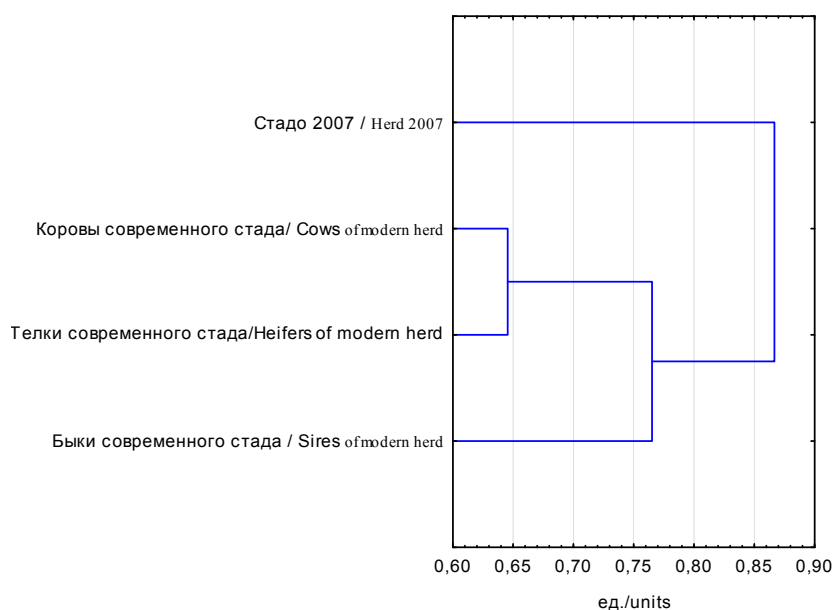


Рис. 1 – Антигенные кластеры, формируемые стадом 2007 года и современным стадом (расстояние Чебышева)

Figure 1 – Antigenic clusters formed by the 2007 herd and the modern herd (Chebyshev distance)

Большую роль в формировании генетической структуры племенных стад на Южном Урале играет племязавод ООО «АФ Калининская», распространяя племенную продукцию по всему региону. Совершенствование собственного стада основывалось на интенсивном использовании герефордов канадского происхождения методами искусственного осеменения и трансплантации эмбрионов. Такая практика предопределила гетерогенность популяции герефордов России.

Полученный в результате исследований материал является необходимым в селекционно-племенной работе с герефордской породой скота уральской популяции. Результаты иммуногенетических тестов позволят проводить идентификацию истинности происхождения животных, изменения структуры стад. Кроме того, появляется возможность повышения продуктивности скота за счёт прилития крови высококлассных быков-производителей различного происхождения.

Обсуждение полученных результатов.

Селекция герефордов в зоне Южного Урала проводилась на фоне целенаправленного отбора животных по крупности экстерьера и массивности, а также предполагала размножение преимущественно комолых особей. Масштабная племенная работа в этом направлении проводилась через интенсивное использование ограниченного количества высокоценных быков-производителей, отвечающих перечисленным выше целевым параметрам (Феклин И.Е. и др., 2011). В результате такого процесса была сформирована популяция, консолидированная не только по фенотипическим признакам, но и однородная по генотипу (Джуламанов К.М. и др., 2010). Что стало поводом для регистрации нового типа «Уральский герефорд» в государственный реестр селекционных достижений (Алеулов З.Н. и др., 2008). В дальнейшем улучшении уральской популяции герефордов активное участие принимал племенной материал канадского происхождения, который до сих пор продолжает вносить значительный вклад в изменение генетического потенциала продуктивности и генеалогической структуры племенных стад региона (Мирошников С.А. и др., 2009). Именно по этой причине нами были выбраны этапы (2007 год и современное стадо) для мониторинга динамики аллелофонда герефордской породы в одном из оригинаторов новосозданного типа ООО «Агрофирма Калининская». Это достаточно продолжительный период для существенных преобразований в генотипе даже значительных популяций мясного скота. С этим согласны Чимидова Н.В. с коллегами (2020), которые отмечали изменения в генотипе племенных стад в Республике Калмыкия за десятилетний промежуток селекционно-племенной работы. При этом их исследования доказывают важнейшую роль быков-производителей на динамику встречаемости отдельных эритроцитарных антигенов. Причём в наших исследованиях мониторинг аллелофонда хозяйства на современном этапе показал, что уже в следующем поколении (тёлки) наблюдались сильные колебания в частоте встречаемости антигенов по сравнению с маточным стадом. Это подтверждает факт зависимости генотипа от антигенного состава крови используемых быков-отцов, среди которых высока частота встречаемости антигенов Y₂ (97,06 %), G' (52,94 %), E (58,82 %), F (91,18 %). Хотя связь антигенного спектра и хозяйственно-полезных качеств до сих пор не доказана на больших массивах крупного рогатого скота, Гридина С.Л. с соавторами (2015) отмечают, что регистрируемая зависимость динамики продуктивных качеств у животных от наличия той или иной аллели в системах групп крови достигается использованием препотентных быков-носителей конкретных антигенов. В связи с этим Селионова М.И. с коллегами (2017) рекомендуют проводить селекционно-племенную работу в хозяйствах с учётом увеличения поголовья животных-носителей антигенов с высокой продуктивностью и воспроизводительной способностью. В наших исследованиях именно регламентируемый подбор родительских пар способствовал генетической изменчивости герефордского скота в ООО «АФ Калининская». С этим соглашается Дубовскова М.П. (2016), которая использовала для совершенствования генеалогической структуры Северо-Кавказской популяции герефордов наиболее оптимальные варианты сочетаемости генотипов.

Уникальность генеалогической структуры обособленных популяций герефордской породы (Уральский герефорд и австралийская селекция) доказана в исследованиях Сурундаевой Л.Г. и Мавеской Л.А. (2013), которые объясняют определённую генетическую изменчивость различным аре-

алом распространения и отсутствием панмиксии в стадах. Таким образом, имеющий специфичный аллелофонд на момент апробации тип Уральский герефорд (2007 год) подвергался значительной модификации под влиянием канадского племенного материала, что сказалось на генетических дистанциях между периодами мониторинга. При этом образуются 2 отдельных кластера маточных стад 2007 и современного этапа, в то время как быки-производители канадской селекции также находятся в некотором отдалении от современного стада ООО «АФ Калининская». Тем не менее наличие генетических дистанций между племенными стадами выявляется даже в одной популяции, что приводится в работе Бурниновой Л.В. с соавторами (2010) по иммуногенетическому обследованию калмыцкого скота в Республике Калмыкия, которые составляли от 0,0353 до 0,2426. В наших же исследованиях дистанция между аллелофондом по группам крови 2007 и современного стада составляла 0,87 ед., что было обусловлено дрейфом генетического материала из разных ареалов. В то время как высокое генетическое сходство регистрируется в сравнительно ограниченной популяции голштинской породы острова Сахалин (Шукюрова Е.Б., 2017).

Вывод

Мониторинг распределения эритроцитарных антигенов в уральской популяции герефордского скота свидетельствует о значительном влиянии гетероэкологического подбора с участием племенного материала канадской селекции на антигенную изменчивость стада. Так, в наиболее полиморфной системе ЕАВ из общего числа 34 антигенов в современном стаде элиминированы 13 и добавилось 4 фактора по сравнению с предыдущим результатом мониторинга (2007 год), что сказалось на существенных генетических дистанциях между анализируемыми периодами.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2021-2023 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0526-2021-0001)

Литература

1. Анисимова Е.И. Иммуногенетические показатели в селекции крупного рогатого скота симментальской породы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. № 20(4). С. 398-406. [Anisimova EI. Immunogenetic indicators in Simmental cattle breeding. Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(4):398-406. (In Russ)]. doi: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.4.398-406>
2. Генетическая характеристика основных мясных пород крупного рогатого скота / К.М. Джуламанов, Ш.А. Макаев, М.П. Дубовскова, Л.Г. Сурундаева // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010. № 6. С. 70-72. [Dzhulamanov KM, Makaev ShA, Dubovskova MP, Surundaeva LG. Genetic performance of basic meat cattle breeds. Vestnik of the Russian Academy Agricultural Sciences. 2010;6:70-72. (In Russ)].
3. Гридина С.Л., Ткаченко И.В., Гридин В.Ф. Аллели групп крови и их взаимосвязи с молочной продуктивностью коров // Аграрный вестник Урала. 2015. № 6(136). С. 44-46. [Gridina SL, Tkachenko IV, Gridin VF. Blood group alleles and their relationship with cows' milk productivity. Agrarnyj vestnik Urala. 2015;6(136):44-46 (In Russ)].
4. Дубовскова М.П. Герефордская порода в России: современное состояние и перспективы развития // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 3. С. 23-27. [Dubovskova MP. The Hereford breed in Russia: current state and development prospects. Dairy and Beef Cattle Farming. 2019;3:23-27. (In Russ)].
5. Дубовскова М.П. Сочетаемость генотипов и подбор родительских пар с учётом генетических маркеров скота герефордской породы // Вестник Курганской ГСХА. 2016. № 3(19). С. 21-24. [Dubovskova MP. Compatibility of genotypes and selection of parental pairs based on genetic markers of Hereford cattle. Vestnik Kurganskoy GSHA. 2016;3(19):21-24. (In Russ)].
6. Изменения генофонда скота калмыцкой породы / Н.В. Чимидова, Л.Г. Моисейкина, А.В. Убушиева, О.В. Калугина, А.Б. Авшеева // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103. № 4. С. 65-73. [Chimidova NV, Moiseykina LG, Ubushieva AV, Kalugina OV, Avsheeva AV.

Changes in the gene pool of the Kalmyk cattle. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020;103(4):65-73. (*In Russ*). doi: 10.33284/2658-3135-103-4-65

7. Иммуногенетическая оценка мясного скота калмыцкой породы / Л.В. Бурнинова, В.А. Багиров, Н.В. Буваева, Л.Г. Моисейкина // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 7. С. 44-45. [Burninova LV, Bagirov VA, Buvaeva NV, Moiseykina LG. Immunogenetic assessment of beef cattle Kalmyk breed. *Achievements of Science and Technology of AICis*. 2010;7:44-45. (*In Russ*)].

8. Иммуногенетические маркеры хозяйственно-полезных признаков чёрно-пёстрого скота / М.И. Селионова, Г.П. Ковалева, М.Н. Лапина, Н.В. Сулыга, В.А. Витол // Молочнохозяйственный вестник. 2017. № 2(26). С. 53-59. [Selionova MI, Kovaleva GP, Lapina MN, Sulyga NV, Vitol VA. Immunogenetic markers of economically useful features in black-and-white cattle. *Molochnokhozyaistvenny Vestnik*. 2017;2(26):53-59. (*In Russ*)].

9. Мирошников С., Макаев Ш., Фомин В. Ведение линий казахского белоголового скота // Молочное и мясное скотоводство. 2012. № 1. С. 4-6. [Miroshnikov S, Makaev Sh, Fomin V. Keeping the lines of Kazakh White-Head cattle. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 2012;1:4-6. (*In Russ*)].

10. Мирошников С.А., Хайнацкий В.Ю., Мазуровский Л.З. Стратегия развития отрасли мясного скотоводства Оренбургской области // Вестник мясного скотоводства. 2009. Вып. 62(2). С. 3-14. [Miroshnikov SA, Khainatsky VYu, Mazurovskiy LZ. The beef cattle development strategy in the Orenburg region. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2009;62(2):3-14. (*In Russ*)].

11. Прокопий Л.Н., Александрова С.С. Мониторинг антигенной структуры стада скота чёрно-пёстрой породы в зависимости от линейной принадлежности // Аграрный вестник Урала. 2014. № 11(129). С. 36-39. [Prokopiy LN, Aleksandrova SS. Monitoring of anti-gene structure of herd of cattle of Black and Motley breed depending on linear accessory. *Agrarnyj vestnik Urala*. 2014;11(129):36-39. (*In Russ*)].

12. Селионова М.И., Чижова Л.Н., Дубовскова М.П. Группы крови в селекции мясного скота // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 1(89). С. 14-17. [Selionova MI, Chizhova LN, Dubovskova MP. Blood groups in beef cattle selection. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2015;1(89):14-17. (*In Russ*)].

13. Сурундаева Л.Г., Маевская Л.А. Оценка разнообразия генофонда крупного рогатого скота мясных пород и типов // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 3(81). С. 28-34. [Surundaeva LG, Maevskaya LA. Assessment of gene pool diversity of beef cattle breeds and types. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2013;3(81):28-34. (*In Russ*)].

14. Уральский герефорд: пат. на селекционное достижение 3880 Рос. Федерация / Алеулов З.Н., Амерханов Х.А., Васин П.Н. и др. Заявл. 23.10.07; опубл. 13.05.08. [Aleulov ZN, Amerhanov HA, Vasin PN i dr. Ural'skij gereford: patent na selekcionnoe dostizhenie 3880 Ros. Federaciya. Zayavl. 23.10.07; opubl. 13.05.08. (*In Russ*)].

15. Феклин И.Е., Мирошников С.А., Мазуровский Л.З. Отечественная племенная база скота герефордской породы и перспективы её развития // Вестник мясного скотоводства. 2011. Вып. 64(4). С. 13-20. [Feklin IE, Miroshnikov SA, Mazurovskij LZ. National breeding base of the Hereford breed and its prospect. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2011;64(4):13-20. (*In Russ*)].

16. Шендаков А.И., Глазкова Н.Ю. Концентрация аллелей групп крови у быков-производителей в орловской популяции молочного скота // Биология в сельском хозяйстве. 2020. № 4(29). С. 10-14. [Shendakov AI, Glazkova NYu. The concentration of blood groups alleles in bulls-sires from the Oryol population of dairy cattle. *Biology in Agriculture*. 2020;4(29):10-14. (*In Russ*)].

17. Шукюрова Е.Б. Иммуногенетическая характеристика крупного рогатого скота голштинской породы, разводимого на Сахалине // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 6. С. 44-47. [Shukurova EB. Immunogenetic characteristic of Holstein cattle in Sahalin. *Russian Agricultural Sciences*. 2017;6:44-47. (*In Russ*)].

References

1. Anisimova EI. Immunogenetic indicators in Simmental cattle breeding. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2019;20(4):398-406. doi: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.4.398-406>

2. Dzhulamanov KM, Makaev ShA, Dubovskova MP, Surundaeva LG. Genetic performance of basic meat cattle breeds. *Vestnik of the Russian Academy Agricultural Sciences*. 2010;6:70-72.
3. Gridina SL, Tkachenko IV, Gridin VF. Blood group alleles and their relationship with cows' milk productivity. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2015;6(136):44-46
4. Dubovskova MP. The Hereford breed in Russia: current state and development prospects. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 2019;3:23-27.
5. Dubovskova MP. Compatibility of genotypes and selection of parental pairs based on genetic markers of Hereford cattle. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*. 2016;3(19):21-24.
6. Chimidova NV, Moiseykina LG, Ubushieva AV, Kalugina OV, Avsheeva AB. Changes in the gene pool of the Kalmyk cattle. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020;103(4):65-73. doi: 10.33284/2658-3135-103-4-65
7. Burninova LV, Bagirov VA, Buvaeva NV, Moiseykina LG. Immunogenetic assessment of beef cattle Kalmyk breed. *Achievements of Science and Technology of AICis*. 2010;7:44-45.
8. Selionova MI, Kovaleva GP, Lapina MN, Sulyga NV, Vitol VA. Immunogenetic markers of economically useful features in black-and-white cattle. *Dairy Bulletin*. 2017;2(26):53-59.
9. Miroshnikov S, Makaev Sh, Fomin V. Keeping the lines of Kazakh White-Head cattle. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 2012;1:4-6. .
10. Miroshnikov SA, Khainatsky VYu, Mazurovskiy LZ. The beef cattle development strategy in the Orenburg region. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2009;62(2):3-14.
11. Prokopiv LN, Aleksandrova SS. Monitoring of anti-gene structure of herd of cattle of Black and Motley breed depending on linear accessory. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2014;11(129):36-39.
12. Selionova MI, Chizhova LN, Dubovskova MP. Blood groups in beef cattle selection. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2015;1(89):14-17.
13. Surundaeva LG, Maevskaya LA. Assessment of gene pool diversity of beef cattle breeds and types. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2013;3(81):28-34.
14. Ural Hereford: US Pat. for selection achievement 3880 Ros. Federation. Aleulov ZN, Amerhanov HA, Vasin PN et al. *Zayavl.* 23.10.07; *opubl.* 13.05.08.
15. Feklin IE, Miroshnikov SA, Mazurovskij LZ. National breeding base of the Hereford breed and its prospect. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2011;64(4):13-20.
16. Shendakov AI, Glazkova NYu. The concentration of blood groups alleles in bulls-sires from the Oryol population of dairy cattle. *Biology in Agriculture*. 2020;4(29):10-14.
17. Shukurova EB. Immunogenetic characteristic of Holstein cattle in Sahalin. *Russian Agricultural Sciences*. 2017;6:44-47.

Джуламанов Киниспай Мурзагулович, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции мясного скота, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, сот.: 8-987-840-49-28, e-mail: kinispai.d@yandex.ru

Сурундаева Любовь Геннадьевна, доктор биологических наук, доцент, заведующий лабораторией генетической экспертизы и книг племенных животных, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)30-81-72, e-mail: lusour@mail.ru

Герасимов Николай Павлович, доктор биологических наук, старший научный сотрудник отдела разведения мясного скота, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, сот.: 8-912-35-89-617, e-mail: nick.gerasimov@rambler.ru

Поступила в редакцию 28 июля 2021 г.; принята после решения редколлегии 13 сентября 2021 г.; опубликована 30 сентября 2021 г. / Received: 28 July 2021; Accepted: 13 September 2021; Published: 30 September 2021