



Генетика и селекция животных Genetics and animal breeding

DOI: 10.22363/2312-797X-2025-20-2-287-299

EDN NXOZWT

УДК 636.082.2

Научная статья / Research article

Мониторинг структуры эритроцитарных антигенов в генофондном стаде красного горбатовского скота

О.В. Руденко  

Нижегородский государственный агротехнологический университет, г. Нижний Новгород,
Российская Федерация
 oks-rud76@mail.ru

Аннотация. Иммуногенетический анализ представляет практический интерес, позволяя установить не только родство между животными, но и степень генетического влияния отдельных производителей на весь генофонд популяции. При сохранении генофонда, изучив распределение частот групп крови, а также их изменения со временем, можно судить о процессах, происходящих в замкнутых популяциях. Исследования проведены в генофондном хозяйстве красного горбатовского скота «Абабковское» Павловского района Нижегородской области. У маточного поголовья установлено 8 систем групп крови. В 2007 г. в стаде обнаружено 45 антигенов, в 2009 наблюдался спад разнообразия до 38 антигенов, однако в 2010 г. их численность восстановилась до 46, к 2017 г. общее количество антигенов изменилось незначительно (47), а в 2022 г. снова 46. Самая многочисленная система EAB: в разные годы в этой системе было установлено от 21 до 28 антигенов. Структура антигенов не постоянна, число некоторых антигенов, имевших широкое распространение в 2007 г. (Y_2 и C_2), в 2017 г. сократились до 14...32 %. Отмечено появление новых антигенов, которых раньше не было, — O_3 , O_4 , O_x и A'_1 . Утрата отдельных антигенов может косвенно свидетельствовать о потере и других аллелей, имеющих важное хозяйственное значение, поэтому животные с редкими антигенами должны использоваться в воспроизводстве в большей степени. У производителей, запас семени которых имелся к 2022 г., наблюдается разный антигенный состав: от 3 до 17 антигенов в различных системах. Использование ограниченного количества быков может привести к дрейфу отдельных генов.

© Руденко О.В., 2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Ключевые слова: красная горбатовская порода, антигены крови, сохранение генофонда

Финансирование. Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания (тема № 0767-2017-0015 «Сохранение и рациональное использование генофонда отечественной красной горбатовской породы крупного рогатого скота»).

Благодарности. Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов. Автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 21 июля 2023 г., принята к публикации 13 февраля 2025 г.

Для цитирования: Руденко О.В. Мониторинг структуры эритроцитарных антигенов в генофондном стаде красного горбатовского скота // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2025. Т. 20. № 2. С. 287–299. doi: 10.22363/2312-797X-2025-20-2-287-299 EDN: NXOZWT

Monitoring of the erythrocyte antigen structure in the gene pool herd of Red Gorbatov cattle

Oksana V. Rudenko  

Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, Nizhny Novgorod, Russian Federation
 oks-rud76@mail.ru

Abstract. Immunogenetic analysis is of practical interest, allowing us to establish not only the relationship between animals, but also the degree of genetic influence of individual stud bulls on the entire gene pool of the population. While preserving the gene pool, the study of the frequency distribution of blood groups, as well as their changes over time, allow us to judge the processes occurring in closed populations. The research was carried out in the gene pool farm of the Red Gorbatov breed. The brood stock has 8 systems of blood groups. In 2007, 45 antigens were detected in the herd, in 2009 there was a decline in diversity to 38 antigens, but in 2010 their number was restored to 46, by 2017 the total number of antigens had not changed significantly — 47, and in 2022 again 46. The most numerous is EAB system, from 21 to 28 antigens were established in this system in different years. The structure of antigens is unstable, some antigens that were widespread in 2007 (Y_2 and C_2) decreased to 14...32 % in 2017. New antigens were established — O_3 , O_4 , O_x , and A'_{11} . The loss of individual antigens may indirectly indicate the loss of other alleles that have economic importance; therefore, animals with rare antigens should be used in reproduction to a greater extent. The stud bulls whose seed stock is available at that moment have different antigenic composition: from 3 to 17 antigens in different systems. The use of a limited number of bulls can lead to the drift of individual genes.

Keywords: Red Gorbatov breed, blood antigens, preservation of the gene pool

Finding. The research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (theme No. 0767-2017-0015).

Acknowledgement. The author thanks the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest. The author declared no conflict of interests.

Article history: received 21 July 2023, accepted 13 February 2025.

For citation: Rudenko OV. Monitoring of the erythrocyte antigen structure in the gene pool herd of Red Gorbатов cattle. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2025;20(2):287–299. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2025-20-2-287-299 EDN: NXOZWT

Введение

Использование групп крови в племенной работе с крупным рогатым скотом возможно в связи с тем, что в крови животных может содержаться более 50 эритроцитарных антигенов. Различные сочетания этих антигенов уникальны для каждого животного, при этом в каждом стаде формируется свое специфическое распределение антигенных частот [1]. Если ген, контролирующий какой-либо антиген крови, находится в одной хромосоме с геном, определяющим хозяйственно полезный признак, т.е. сцеплен с ним, то наличие и частота этого антигена может отражать особенности селекционного процесса. Поэтому многие исследователи рекомендуют проводить мониторинг аллелофонда наиболее полиморфных систем групп крови [2].

При этом иммуногенетический анализ позволяет определить степень влияния отдельных производителей как на общий генофонд в целой популяции, так и на формирование аллелофонда у определенных групп животных [3–5].

Кроме этого, данные о группах крови дополняют ДНК анализ, что позволяет более обоснованно устанавливать необходимое количество генофондных хозяйств для каждого вида животных, а также численность животных в них. Помимо постоянного генетического мониторинга в генофондных хозяйствах должна осуществляться и селекционная работа, однако цель ее будет существенно отличаться от традиционной. Здесь основным селекционируемым признаком становится не молочная или иная продуктивность, а аллельный вариант гена. Если мониторинг показывает, что какие-то варианты групп крови имеются в стаде в критической концентрации, должны быть приняты меры по их тиражированию.

В.В. Романов и Р.Г. Попов в целях недопущения дальнейшего сужения генетического разнообразия «у якутского скота» предлагают «вести генетический мониторинг по группам крови и желательны по полиморфным белкам с сохранением редких антигенов и генотипов» [6].

Некоторые авторы установили связь антигенных факторов с различными показателями и качествами крупного рогатого скота. А.А. Грашин и В.А. Грашин выявили «в популяции Самарского типа черно-пестрого скота маркеры, сопряженные с высокой молочной продуктивностью» [7]. М.Е. Гонтов и Д.Н. Кольцов установили «в самарской популяции бурого швицкого скота, что коровы, гомозиготные по аллелю $BG_3O_1T_1Y_2E'_3F'_2G$, имели повышенную молочную продуктивность. Животные, гетерозиготные по F/V-локусу групп крови, превосходили по удою аналогов, гомозиготных по этому локусу» [8]. Е.А. Кондратюк определил в айрширской породе иммуногенетические маркеры высокой продолжительности жизни: аллели $B_1I_1P1A'_1G''$, $B_2G_2O_1G''$, $Y_2A'_2$ [9]. Л.В. Холодова считает в данной породе наиболее желательным наличие у животных антигенов эритроцитов B_2 , G, P_2 , Q, T_2 , B'', G', O', P', Q', E'_3, K'R_1, S_1 [10].

В исследованиях И.Ю. Подречневой, проводимых в костромской породе, были выявлены 20 сочетаний аллелей, чаще других встречающиеся у коров-долгожительниц [11]. Подытоживая данные сорокалетних исследований, Rocha J.L. at al. установили, что три ассоциации соответствовали критериям согласованности: влияние группы крови С на угол крупы, влияние L на удои и состав молока, и влияние S на выход молочного жира. Локус M, по их мнению, напрямую связан с воздействием на удои и выход белка [12]. И.А. Киселев и др., объединяя результаты исследований эритроцитарных антигенов у быков айрширской, краснопестрой и холмогорской пород, установили, что система L положительно связана с продуктивностью их дочерей по удою ($r = +0,13$) и по массовой доле жира в молоке ($r = +0,25$), система M — наоборот, отрицательно: $r = -0,27$ и $r = -0,24$ соответственно [13].

Однако изучение антигенов по EAB-локусу групп крови в сычевской породе, проведенное Кузьминой Н.В. и др., показало отсутствие статистически значимых различий между гомозиготами и гетерозиготами по продуктивным и воспроизводительным качествам коров [14].

Цель исследования — изучить изменения структуры эритроцитарных антигенов у животных в процессе сохранения генофонда красного горбатовского скота.

Научная новизна — впервые в генофондном стаде красной горбатовской породы проведено исследование эритроцитарных антигенов крови за 15 лет (2007–2022 гг.).

Материалы и методика исследования

Исследования проводили в генофондном хозяйстве «Абабковское» Павловского района Нижегородской области. Изменения антигенного состава в стаде красного горбатовского скота изучали за последние 15 лет (с 2007 по 2022 г.). Кровь для исследования брали у коров-первотелок методом случайного выбора. Оценку эритроцитарных антигенов животных провели в лаборатории иммуногенетического контроля достоверности происхождения животных ООО «Нижегородское» по племенной работе. От животных брали по одной пробе крови в одноразовые пробирки EDTA для живой крови (6...9 мл) с добавлением антикоагулянта (цитрат натрия) от 9 мл. Забор крови проводили из хвостовой вены по общепринятой методике ветеринарные специалисты хозяйства. Образцы крови помещали в сумку-холодильник и отправляли в лабораторию в течение 1-2 суток со дня взятия. Статистическую обработку данных выполняли с помощью компьютерной программы Microsoft Excel.

Результаты исследования и обсуждение

Красная горбатовская порода является одной из уникальных локальных российских пород крупного рогатого скота, обладающая рядом ценных хозяйственно полезных признаков, таких как высокая жирность молока, мелкодисперсность

молочного жира, повышающая его усвояемость, плотный копытный рог, высокая резистентность к различным заболеваниям и мн.др.

Однако широкое распространение в начале черно-пестрой породы, а затем голштинской привели к резкому сокращению российских пород, в т.ч. и красной горбатовской, как низкорентабельных.

У коров красной горбатовской породы установили 8 систем групп крови. В 2007 г. в стаде обнаружено 45 антигенов, в 2009 наблюдался спад разнообразия до 38 антигенов, однако в 2010 г. их численность восстановилась и достигла 46, к 2017 г. общее количество антигенов увеличилось на один (47), а в 2022 г. снова насчитывалось 46.

В системе ЕАА установлено 2 антигена: A_1 и A_2 . Антиген A_1 имеет не большое распространение — от 8 до 16 %, однако в 2010 г. наблюдался резкий подъем до 50 %. Содержание антигена A_2 более постоянно и находилось на уровне 23...53 % (рис. 1). В 2022 г. ситуация изменилась: содержание антигена A_1 повысилось до 42,63 %, а антигена A_2 снизилось до 6,32 %.

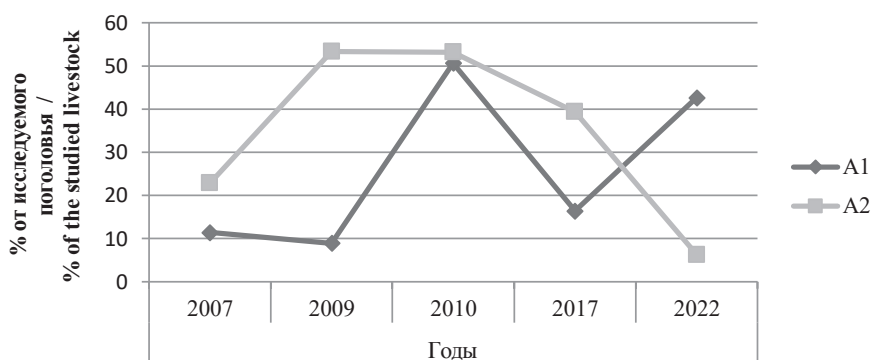


Рис. 1. Изменение частоты антигенов в системе ЕАА с 2007 по 2022 г., доля, %, от исследуемого поголовья

Источник: выполнено О.В. Руденко.

Fig. 1. Change of the antigen frequency in system EAA from 2007 to 2022, % of the studied livestock

Source: compiled by O.V. Rudenko.

Самой многочисленной была система ЕАВ, в разные годы в этой системе было установлено от 21 до 28 антигенов. Структура антигенов не постоянна, число некоторых антигенов, имевших широкое распространение в 2007 г. (Y_2 и C_2), в 2017 г. сократилось до 14...32 %. Отмечалось появление новых, ранее не наблюдавшихся антигенов: O_3 , O_4 , O_x и A'_1 . Исчезли из стада такие антигены как K , K' и H'' . В 2022 г. резко сократилось количество антигенов B_1 и T_2 — с 33...55 до 0,53 %, также уменьшилась частота встречаемости антигенов I_1 и I_2 — до 0,53...1,58 %. В этом же году в стаде появились антигены B' и P' с частотой 4,21 и 32,63 % соответственно. Отмечено исчезновение антигенов G_3 , T_1 , Y_1 , E'_2 и P'_2 . Утрата отдельных антигенов может косвенно свидетельствовать о потере и других аллелей, имеющих важное хозяйственное значение (рис. 2).

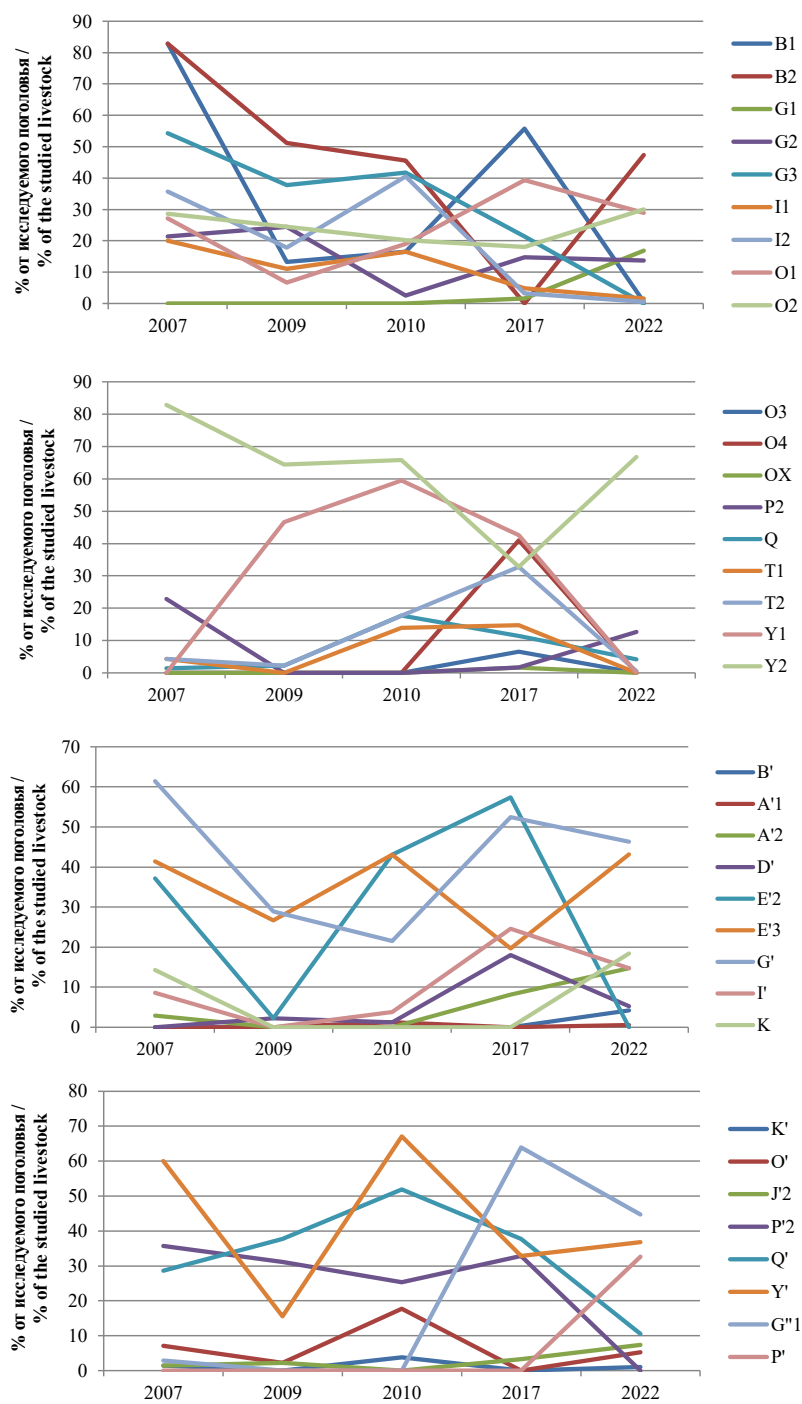


Рис. 2. Изменение частоты антигенов в системе EAB с 2007 по 2022 г., доля, %, от исследуемого поголовья
Источник: выполнено О.В. Руденко.

Fig. 2. Change of the antigen frequency in system EAB from 2007 to 2022, % of the studied livestock
Source: compiled by O.V. Rudenko.

Система ЕАС в 2007 г. содержала 7 антигенов, в 2009 г. их количество возросло до 8 за счет появления антигенов C_1 и R_2 и удаления L' , в 2010 г. в системе 10 антигенов: снова появляется L' и добавляется C' , в 2017 г. количество антигенов опять сократилось до 7 за счет потери антигенов C' , L' и W , последний из которых ранее имел достаточное широкое распространение — от 40 до 57 % (рис. 3). В 2022 г. мы наблюдали исчезновение антигенов E , R_2 и X_1 , при этом снова появились антигены L' с частотой 26,32 и W — 54,74 %.

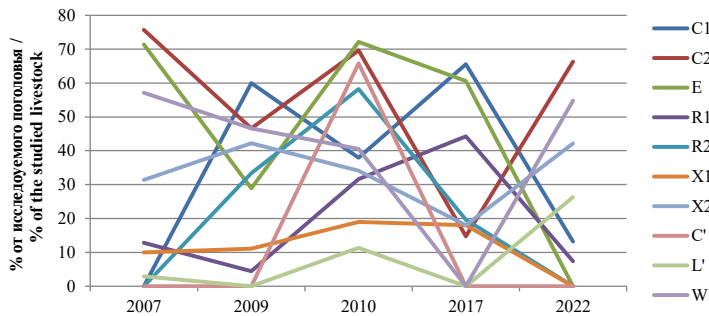


Рис. 3. Изменение частоты антигенов в системе ЕАС с 2007 по 2022 г., доля, %, от исследуемого поголовья

Источник: выполнено О.В. Руденко.

Fig. 3. Change of the antigen frequency in system EAC from 2007 to 2022, % of the studied livestock
Source: compiled by O.V. Rudenko.

В системе ЕАС наиболее распространенным антигеном был H' , в 2017 г. его имели 88,52 % коров стада, а в 2022 г. этот антиген обнаружили уже у 90,53 % исследуемых первотелок. После 2007 г. был утрачен антиген H'' , однако в 2022 г. он установлен у 2 голов, что составило 1,05 % от исследуемого поголовья. В 2017 г. появился антиген U'' с достаточно большой частотой — 22,95 %, но в 2022 г. он снова был утрачен (рис. 4).

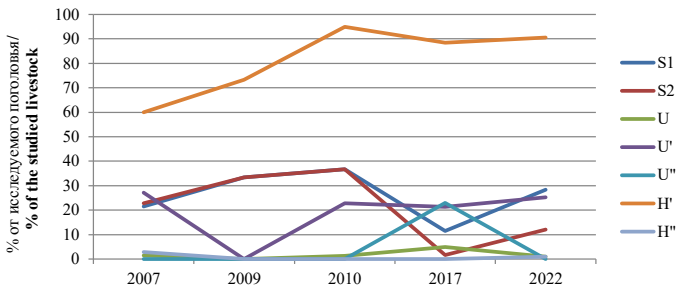


Рис. 4. Изменение частоты антигенов в системе ЕАС с 2007 по 2022 г., доля, %, от исследуемого поголовья

Источник: выполнено О.В. Руденко.

Fig. 4. Change of the antigen frequency in system EAS from 2007 to 2022, % of the studied livestock
Source: compiled by O.V. Rudenko.

С.П. Бугаев установил, что животные, «у которых были выявлены антигенные факторы Н', А', А₂, отличались меньшим коэффициентом торможения, а, значит, были более стрессоустойчивыми» [15]. Все три антигена присутствуют в красной горбатовской породе, что, возможно, и обуславливает высокие адаптационные способности этих животных.

Система EAF-V имеет 2 антигена, антиген F показал 100%-е распространение в стаде, в 2022 г. зарегистрировано незначительное его сокращение до 96,84 %; по антигену V отмечены колебания от 4 до 37 % в разные годы (рис. 5).

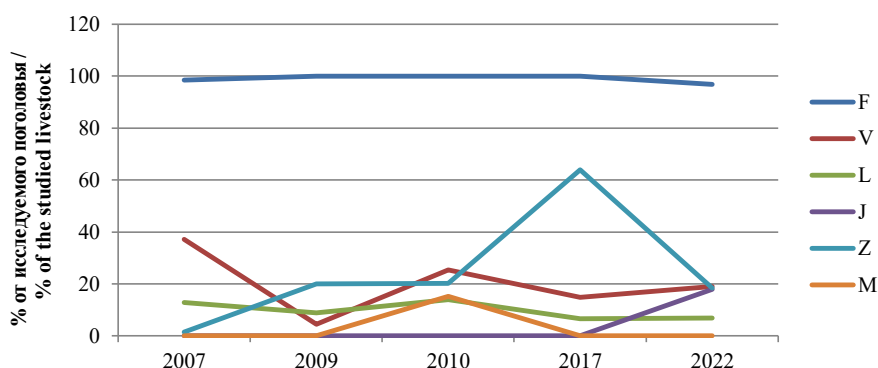


Рис. 5. Изменение частоты антигенов в системах EAF-V, EAL, EAJ, EAZ, EAM с 2007 по 2022 годы, доля, %, от исследуемого поголовья

Источник: выполнено О.В. Руденко.

Fig. 5. Change of the antigen frequency in systems EAF-V, EAL, EAJ, EAZ, EAM from 2007 to 2022, % of the studied livestock

Source: compiled by O.V. Rudenko.

Небольшое, но стабильное распространение отмечено для антигена L — от 6 до 14 %. Увеличилось распространение в стаде антигена Z: от 1,4 % в 2007 г. до 64 % в 2017 г. В 2022 г. появился антиген J: установлен у 34 первотелок, что составляет 17,89 %.

Антиген M появляется в стаде только в 2010 г., скорее всего это связано с использованием производителя — носителя этого антигена. После окончания использования данного производителя распространение антигена сокращалось и к 2022 г. он утерян в стаде.

Таким образом, исследования структуры эритроцитарных антигенов в стаде подтверждают изменения генетической структуры в целом. Без контроля этот процесс в малой замкнутой популяции может привести к дрейфу генов и потере уникальных генов, отличающих красную горбатовскую породу от других красных пород.

Мы также изучили структуру эритроцитарных антигенов у быков-производителей, используемых в стаде в ОАО «Абабковское» в 2022 г. (таблица).

Частота эритроцитарных антигенов у быков-производителей /
Frequency of erythrocyte antigens in stud bulls

Группа крови /Blood type	Антиген /Antigen	Кличка и номер быка / Nickname and number of the bull									
		Эдельвейс 9535/E'del'vejs 9535	Иран 9525 /Iran 9525	Задор 9099 /Zador 9099	Ветер 9866 /Veter 9866	Восток 9911 /Vostok 9911	Резвый 6569 /Rezvy 6569	Вальтер 6259 /Val'ter 6259	Заказ 9736 /Zakaz 9736	Ручеек 6039 /Rucheyok 6039	Сказочник 9725/ Skazochnik 9725
ЕАА	A ₁	1									
	A ₂		1		1	1					
ЕАВ	B ₁								1		
	B ₂							1		1	
	G ₂		1			1					
	G ₃										1
	I ₂	1	1	1							
	O _i										1
	O _x						1				
	P ₂							1		1	
	Q										1
	Y ₁				1						
	Y ₂			1		1	1	1		1	
	A ₂ '					1					
	D'								1		
	E ₁ '		1								
	E ₂ '	1		1		1	1				
	G'			1				1		1	
	I'		1			1					
	K'										1
	O'										1
	J ₂ '										1
	P ₁ '							1	1		
	P ₂ '		1								
	Q'	1			1	1				1	
	Y'			1		1	1				
	G1''			1							

Окончание табл. / Ending tabl.

Группа крови /Blood type	Антиген /Antigen	Кличка и номер быка / Nickname and number of the bull									
		Эдельвейс 9535/E'del'veys 9535	Иран 9525 /Iran 9525	Задор 9099 /Zador 9099	Ветер 9866 /Veter 9866	Восток 9911 /Vostok 9911	Резвый 6569 /Rezvy 6569	Вальтер 6259 /Val'ter 6259	Заказ 9736 /Zakaz 9736	Ручеек 6039 /Rucheyok 6039	Сказочник 9725/ Skazochnik 9725
EAC	C ₁	1	1	1							
	C ₂			1					1		
	E			1				1			
	R ₁									1	
	R ₂	1	1	1		1	1			1	
	X ₁										1
	X ₂	1				1				1	
	C'								1		
	W							1	1	1	
	W'		1	1							
EAF-V	F	1	1	1		1	1	1	1	1	1
	V		1	1		1			1		
EAJ	J			1							
EAL	L			1							1
EAS	S ₁			1							
	S ₂					1					
	U'					1					1
	H'			1		1	1	1		1	
EAZ	Z					1	1				1
EAM	M										1

Источник: выполнено О.В. Руденко.
Source: compiled by O.V. Rudenko.

У данных быков не установлены антигены, которые встречаются у маточного поголовья, G₁, I₁, O₂, O₃, O₄, T₁, T₂, A₁', E₃', K, L, U, U'', H''. Однако, у этих производителей установлены антигены E₁', P₁', W', J, которых не было у коров. Носителями этих антигенов являются быки Иран 9525 (E₁', W'), Вальтер 6259 (P₁'), Заказ 9736 (P₁') и Задор 9099 (W', J).

Наибольшим набором эритроцитарных антигенов отличаются Задор 9099 (зарегистрировано 17 антигенов в 6 системах) и Восток 9911 (16 антигенов в 6 систе-

мах). Сказочник 9725 имеет 12 антигенов в 7 системах, при этом он единственный из быков — носитель антигена М. Наименьшее разнообразие антигенных факторов крови наблюдается у Ветра 9866: антиген A_2 в системе ЕАА, а также антигены Y_1 и Q' в системе ЕАВ.

Многолетний опыт свидетельствует о том, что наличие производителей, имеющих редкие группы крови, а также гетерогенный подбор родителей с учетом генетических маркеров позволяют достаточно быстро расширить генетическую изменчивость у маточного поголовья, что положительно влияет на продуктивные и адаптационные качества животных.

Вследствие этого очень остро встает вопрос об отборе производителей с редкими антигенами или с антигенами, отсутствующими у маточного поголовья.

Заключение

При более детальном изучении структуры эритроцитарных антигенов у маточного поголовья установлено шесть наиболее распространенных аллелей: по три в локусах АЕВ и АЕС. Чаще всего встречались аллели R_1W и C_1E в системе АЕС, носителями этих аллелей являлись 44,4 % коров. Достаточно большое количество коров имело аллели $G'G''$ (36,5 %) и Y_1Y' (25,4 %) из системы АЕВ. Аллели R_2W из локуса ЕАС и $Y_2E'_3Y'$ из локуса АЕВ незначительное распространены в стаде, их частота составила 15,9 и 9,5 % соответственно.

Сужение фенотипической и генотипической изменчивости чревато сокращением частоты и без того редких аллелей, а иногда и полной утратой их вследствие дрейфа генов. Таким образом, необходима постановка в ООО «Нижегородское» по племенной работе неродственных быков-производителей красной горбатовской породы для поддержания генетического разнообразия в породе.

Подбор производителей к маточному поголовью необходимо проводить с учетом антигенного состава крови. Животные с редкими антигенами должны использоваться в большей степени, так как могут быть обладателями других редких генов, характерных для красной горбатовской породы.

Список литературы

1. Новоселова К.С., Холодова Л.В. Характеристика айширского скота по антигенному составу групп крови // Вестник марийского государственного университета. 2015. Т. 1. № 2 (2). С. 30–33. EDN: UYWDUZ
2. Волобуев В.В., Бугаев С.П., Боев М.М. мл. Оценка результатов использования разных методов подбора с учетом наследования антигенных маркеров удоя // Биология в сельском хозяйстве. 2015. № 3. С. 17–19. EDN: VAEGKD
3. Новоселова К.С., Холодова Л.В., Киселев А.А. Анализ частоты распространения эритроцитарных антигенов систем групп крови у коров черно-пестрой породы // Ученые записки КГАВМ. 2014. № 218. С. 203–206. EDN: SEXZTZ
4. Новоселова К.С., Холодова Л.В., Киселев А.А. Аллелофонд популяции айширской породы крупного рогатого скота в Республике Марий Эл // Ученые записки КГАВМ. 2014. № 220. С. 176–179. EDN: TDRMKX
5. Политкин Д., Новикова Д., Хрунова А. Воспроизводительные качества коров при подборе быков с учетом сходства групп крови с аллелофондом стада // Молочное и мясное скотоводство. 2013. № 5. С. 12–13. EDN: QZQSEF

6. Романов В.В., Попов Р.Г. Использование местного генофонда пород скота // Новые материалы и технологии в условиях Арктики : материалы науч.-практ. конф., Якутск, 25-27 июня 2014 г. Якутск, 2014. С. 173–178.
7. Грашин А.А., Грашин В.А. Ассоциация аллелей групп крови с молочной продуктивностью самарского типа черно-пестрой породы скота // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 26–30. doi: 12737/20410 EDN: XPBOLR
8. Гонтов М.Е., Кольцов Д.Н. Молочная продуктивность и гетерогенность в ЕАВ, ЕАФ локусах бурого швицкого скота // Аграрный научный журнал. 2020. № 6. С. 53–58. doi: 10.28983/asj.y2020i6pp53-58 EDN: YZLFHH
9. Кондратюк Е.А. Оценка продолжительности жизни молочных коров с использованием эритроцитарных антигенов В-системы групп крови // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 5. С. 69–72. doi: 10.30850/vrsn/2019/5/69-72 EDN: GMEUFN
10. Холодова Л.В. Использование иммуногенетических маркеров групп крови для оптимизации системы подбора в стаде // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2021. № 23. С. 500–503. EDN: CBOGZE
11. Подречнева И.Ю. Характеристика по эритроцитарным антигенам коров костромской породы с продуктивным долголетием // Научная жизнь. 2019. Т. 14. № 7 (95). С. 1150–1156. doi: 10.35679/1991-9476-2019-14-7-1150-1156 EDN: PXSGDU
12. Rocha J.L., Sanders J.O., Cherbonnier D.M., Lawlor T.J., Taylor J.F. Blood groups and milk and type traits in dairy cattle: after forty years of research // Journal of dairy science. 1998. Vol. 81. № 6. P. 1663–1680. doi: 10.3168/jds.S0022-0302 (98) 75734-0
13. Киселев И.А., Кузякина Л.И., Тяпугин С.Е. Влияние иммуногенетических маркеров быков-производителей разных пород на молочную продуктивность дочерей // Молочное и мясное скотоводство. 2023. № 1. С. 7–9. doi: 10.33943/MMS.2023.64.37.002 EDN: BMOJOU
14. Кузьмина Н.В., Дмитриева В.И., Кольцов Д.Н., Гонтов М.Е. Влияние гомозиготности по маркерным аллелям групп крови на продуктивность, воспроизводительные качества и долголетие коров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20. № 5. С. 488–497. doi: 10.30766/2072-9081.2019.20.5.488-497 EDN: LAGCKN
15. Бугаев С.П., Волобуев В.В. Иммуногенетические маркеры молочной продуктивности в селекции крупного рогатого скота молочных и комбинированных пород // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 9. С. 135–140. EDN: YNTRAB

References

1. Novoselova KS, Kholodova LV. Characteristic of ayrshirsky cattle on the anti-genome to structure of blood types. *Vestnik of the Mari State University*. 2015;1(2):30–33. (In Russ.). EDN: UYWDUZ
2. Volobuev VV, Bugaev SP, Boev MM jr. Evaluation of the impact of different methods of selection, taking into account the inheritance of antigenic markers milking. *Biology in agriculture*. 2015;(3):17–19. (In Russ.). EDN: VAEGKD
3. Novoselova KS, Kholodova LV, Kiselev AA. The analysis of frequency of distribution of eritrotsitarny anti- genes of systems of blood at cows of black and motley breed. *Scientific notes KBSAVM*. 2014;(218):203–206. (In Russ.). EDN: SEXZTZ
4. Novoselova KS, Kholodova LV, Kiselev AA. Allele pool population Ayrshire breed of cattle in the republic of Mari El *Scientific notes KBSAVM*. 2014;(220):176–179. (In Russ.). EDN: TDRMKX
5. Politkin D, Novikov A, Khrunova A, Mishina N. Reproductive properties of cows in the selection of bulls with reference to the similarity of their blood groups with the stock allele fund. *Dairy and beef cattle farming*. 2013;(5):12–13. (In Russ.). EDN: QZQSEF
6. Romanov VV, Popov RG. Ispol'zovanie mestnogo genofonda porod skota [Use of the local gene pool of livestock breeds]. In: Proc. scientific and practical conference. June 25-27, 2014. Yakutsk. 2014;173–178. (In Russ.).
7. Grashin AA, Grashin VA. Associaciya allelej grupp krovi s molochnoj produktivnost'yu samarskogo tipa cherno-pestroj porody skota [Association of alleles of blood groups with dairy productivity of the Samara type of black-and-white cattle breed]. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2018;(1):26–30. (In Russ.). doi: 12737/20410 EDN: XPBOLR
8. Gontov ME, Kol'czov DN. Milk productivity and heterogeneity in EAB, EAF loci of Brown Swiss cattle. *The Agrarian Scientific Journal*. 2020;(6):53–58. (In Russ.). doi: 10.28983/asj.y2020i6pp53-58 EDN: YZLFHH

9. Kondratyuk EA. Evaluation of the dairy cows life expectancy using red blood cell antigens of the b-system of blood groups. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2019;(5):69–72. (In Russ.). doi: 10.30850/vrsn/2019/5/69-72 EDN: GMEUFN
10. Kholodova LV. Ispol'zovanie immunogeneticheskikh markerov grupp krovi dlya optimizatsii sistemy podbora v stade [Use of immunogenetic markers of blood groups to optimize the selection system in the herd]. *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo hozyaistva [Current issues of improving the technology of production and processing of agricultural products]*. 2021;(23):500–503. (In Russ.). EDN: CBOGZE
11. Podrechneva I. Yu. Erythrocyte antigens characteristic of the Kostroma breed cows with productive longevity. *Nauchnaa zizn' [Scientific Life]*. 2019;14(7):1150–1156. (In Russ.). EDN: PXSGDU
12. Rocha JL, Sanders JO, Cherbonnier DM, Lawlor TJ, Taylor JF. Blood groups and milk and type traits in dairy cattle: after forty years of research. *Journal of dairy science*. 1998;81(6):1663–1680. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75734-0
13. Kiselev IA, Kuzyakina LI, Tyapugin SE. Vliyanie immunogeneticheskikh markerov bykov-proizvoditelei raznykh porod na molochnuyu produktivnost' docherei [The influence of immunogenetic markers of bulls of different breeds on the milk productivity of their daughters]. *Dairy and beef cattle farming*. 2023;(1):7–9. (In Russ.). doi: 10.33943/MMS.2023.64.37.002 EDN: BMOJOU
14. Kuzmina NV, Dmitrieva VI, Koltsov DN, Gontov ME. Influence of homozygosity by marker alleles of blood groups on the productivity, reproductive qualities and longevity of cows. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2019;20(5):488–497. (In Russ.). doi: 10.30766/2072-9081.2019.20.5.488-497 EDN: LAGCKN
15. Bugaev SP, Volobuev VV. Immunogenetic markers of milk production in the breeding of cattle of milk and combined breeds. *Bulletin of Kursk State Agriculture Academy*. 2016;(9):135–140. (In Russ.). EDN: YNTRAB

Об авторе:

Руденко Оксана Васильевна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры частной зоотехнии и разведения сельскохозяйственных животных, Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева, Российская Федерация, 603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д.97; e-mail: oks-rud76@mail.ru

ORCID: 0000-0002-8355-1048 SPIN-код: 8667-7242

About the author:

Rudenko Oksana Vasil'evna — Candidate of Agricultural sciences, Associate Professor of the Department of Particular zootechny and breeding of farm animals, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University named after L. Ya. Florentyev, 97 Gagarin Avenue, Nizhny Novgorod, 603107, Russian Federation; e-mail: oks-rud76@mail.ru

ORCID: 0000-0002-8355-1048 SPIN-code: 8667-7242