

Животноводство и кормопроизводство. 2025. Т. 108. № 3. С. 136-148.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2025. Vol. 108. No. 3. P. 136-148.

Научная статья
УДК 636.088.5:591.11
doi:10.33284/2658-3135-108-3-136

**Иммуногенетический полиморфизм групп крови и ассоциации аллелей
с уровнем молочной продуктивности коров голштинской черно-пестрой породы**

Лейсан Фаилевна Разяпова¹, Данил Олегович Смоленцев²

^{1,2}Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

¹razyapoval.f@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4525-2554>

²smolentseffdanil132@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-8210-5870>

Аннотация. Применение групп крови в качестве сигнальных маркеров позволяет решать различные задачи в селекции: контролировать достоверность записей происхождения в племенных документах, сохранять и контролировать передачу в поколениях ценных генотипов; выявлять связь групп крови с хозяйственно полезными признаками. Учитывая, что каждая популяция внутри даже одной породы характеризуется своим аллелофондом, исследования в данном направлении актуальны для различных регионов и даже хозяйств. В связи с чем проведено исследование иммуногенетического полиморфизма групп крови популяции скота в условиях ООО ПХ «Артемид» Республики Башкортостан. В работе изучены аллели групп крови по 6 системам локусов, а также динамика их встречаемости. Было протестировано 1553 первотелок голштинской черно-пестрой породы. В выборке с различной частотой встречаемости обнаружено 43 антигена: в ЕАА-системе – 2, в ЕАВ-системе – 26, ЕАС – 8, ЕАС-системе – 9, в системе ЕАФ – 2 антигена. Выявленные антигены систем групп крови у исследованного поголовья образуют 48 аллельных вариантов с частотой встречаемости 0,004-0,981 в разные годы. Для выяснения влияния конкретного аллеля на показатели молочной продуктивности исследуемого поголовья определены величины удоя за 305 дней первой лактации, содержания жира и белка в молоке у коров, имеющих и не имеющих данный аллель (носителей и не носителей аллеля) в разрезе лет. Установлено, что в изученной популяции за все годы по удою за первую лактацию выгодно отличаются животные-носители аллелей P₂' и O₂.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, голштинская порода, группы крови, антигены эритроцитов, аллели групп крови, частота встречаемости, генетическое сходство, носители аллелей, молочная продуктивность

Для цитирования: Разяпова Л.Ф., Смоленцев Д.О. Иммуногенетический полиморфизм групп крови и ассоциации аллелей с уровнем молочной продуктивности коров голштинской черно-пестрой породы // Животноводство и кормопроизводство. 2025. Т. 108. № 3. С. 136-148. [Razyapova LF, Smolentsev DO. Immunogenetic polymorphism of blood groups and associations of alleles with milk productivity of the Holstein Black-and-White cows. Animal Husbandry and Fodder Production. 2025;108(3):136-148. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-108-3-136>

Original article

**Immunogenetic polymorphism of blood groups and associations of alleles with milk
productivity of the Holstein Black-and-White cows**

Leysan F Razyapova¹, Danil O Smolentsev²

^{1,2}Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

¹razyapoval.f@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4525-2554>

²smolentseffdanil132@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-8210-5870>

Abstract. The use of blood groups as signal markers allows solving various problems in selection: monitoring the reliability of records of origin in breeding documents, preserving and monitoring the

transmission of valuable genotypes in generations; identifying the relationship between blood groups and economically useful traits. Considering that each population even within a single breed is characterized by its own allele pool, research in this area is relevant for different regions and even farms. In this regard, a study of immunogenetic polymorphism of blood groups in a cattle population was conducted under the conditions of ООО PH Artemida, Republic of Bashkortostan. The work examined blood group alleles for 6 locus systems, as well as the dynamics of their occurrence. A total of 1,553 first-calf heifers of the Holstein Black and White breed were tested. In the sample, 43 antigens were found with different frequencies of occurrence: 2 in the EAA system, 26 in the EAB system, 8 EAC, 9 EAS system, and 2 antigens in the EAF system. The identified antigens of the blood group systems in the studied livestock form a 48 allele variant with a frequency of occurrence of 0,004-0,981 in different years. To determine the effect of a specific allele on the milk productivity indicators of the studied livestock, the values of milk yield for 305 days of the first lactation, the content of fat and protein in milk in cows with and without this allele (carriers and non-carriers of the allele) were determined in the context of years. It was found that in the studied population for all years, animals - carriers of the P₂ and O₂ alleles differ favorably in milk yield for the first lactation.

Keywords: cattle, Holstein breed, blood groups, erythrocyte antigens, blood group alleles, frequency of occurrence, genetic similarity, allele carriers, milk productivity

For citation: Razyapova LF, Smolentsev DO. Immunogenetic polymorphism of blood groups and associations of alleles with milk productivity of the Holstein Black-and-White cows. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2025;108(3):136-148. (In Russ.]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-108-3-136>

Введение.

Применение молекулярных методов и генетических маркеров в прогнозировании племенных и продуктивных качеств крупного рогатого скота – одно из крупнейших достижений современной генетики. В качестве генетических маркеров используют факторы: группы крови, типы белков и ферментов крови, полиморфные системы ДНК, лимфоцитарные антигены различных классов, антигены тромбоцитов, аллотипы белков сыворотки крови, полиморфные системы белков молока (Блохина А.С., 2023; Гуккина В.Б., 2023; Николаев С.В., 2021; Холодова Л.В. и Новоселова К.С., 2018; Рязяпова Л.Ф. и др., 2024). Эритроцитарные факторы так же, как и полиморфные системы белков и ферментов, остаются неизменными в течение всей жизни животного, при совместном использовании позволяют существенно повысить эффективность совершенствования крупного рогатого скота (Дмитриева В.И. и др., 2018; Кольцов Д.Н. и др., 2019; Калашников А.Е. и Ялуга В.Л., 2022). Гены, определяющие группы крови, либо сами оказывают плеiotропное действие на физиологические процессы, связанные с молокообразованием, либо находятся в тесном сцеплении с генами-регуляторами этого признака (Долматова И.Ю. и Валитов Ф.Р., 2019; Шукюрова Е.Б. и Марзанов Н.С., 2021; Нарышкина Е. Н. и др., 2025). В связи с этим рядом авторов (Калашникова Л.А. и др., 2025; Гридин В.Ф. и др., 2018; Кольцов Д.Н. и др., 2019) было исследовано селекционное значение антигенов эритроцитов групп крови, как маркеров генотипа при изучении наследования хозяйственно-полезных признаков.

Цель исследования.

Изучить иммуногенетический полиморфизм популяции крупного рогатого скота голштинской черно-пестрой породы и сопряженности аллелей групп крови с отдельными продуктивными показателями.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Первотелки 2020-2023 гг. голштинской черно-пестрой породы.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: протоколы Женевской конвенции и принципы надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. Исследования по частоте распространения антигенов эритроцитов крови в шести системах у крупного рогатого скота (А, В, С, S, F-V, Z) оценивались на протяжении 2020-2023 гг., используя пробы животных (n=1553 гол.) ООО ПХ «Артемида», Республики Башкортостан. Генетическая идентификация крупного рогатого скота проведена методом иммунологического анализа по рекомендациям МСХ РФ (Дунин И.М. и др., 2003).

Материалом для исследования служила кровь, взятая в пробирки с антикоагулянтом (цитрат натрия). Группы крови определяли стандартными серологическими тестами с использованием реагентов – моноспецифических сывороток. Данные о продуктивности коров для анализа связи ЕАВ локуса групп крови с продуктивными качествами животных получены из программы ИАС «СЕЛЭКС. Молочный скот».

Оборудование и технические средства. Исследования проводили в лаборатории иммуногенетической экспертизы АО «Башкирское» по племенной работе».

Статистическая обработка. Биометрическую обработку экспериментальных данных осуществляли на основе методических указаний с применением программы «Excel 2016» («Microsoft», США). Результаты представлены в виде среднего (М) и стандартной ошибки среднего (m). Достоверность различий сравниваемых показателей определяли по t-критерию Стьюдента. Достоверными считали значения при $P \leq 0,001$; $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$.

Результаты исследований.

Исследуемое поголовье было протестировано на наличие 6 систем групп крови. За период иммуногенетических исследований с 2020 по 2023 гг. в шести выявленных системах обнаружено 48 антигенов: в ЕАА-системе – 2, в ЕАВ-системе – 26, ЕАС – 8, ЕАС-системе – 9, в системе ЕАФ – 2 антигена (табл. 1).

Таблица 1. Динамика аллелей групп крови голштинской черно-пестрой породы
Table 1. Dynamics of blood group alleles of the Holstein Black-and-White breed

Система / system	Аллель / allele	Год / year			
		2020	2021	2022	2023
		частота / frequency (n=262)	частота / frequency (n=473)	частота / frequency (n=499)	частота / frequency (n=319)
1	2	3	4	5	6
А	A ₁	-	0,106	0,236	-
	A ₂	0,324	0,391	0,325	0,677
В	B ₁	0,004	0,205	0,275	0,429
	B ₂	0,504	0,471	0,457	0,517
	G ₂	0,630	0,368	0,174	0,749
	G ₃	0,553	0,015	0,048	0,561
	I ₁	-	0,078	0,409	0,150
	I ₂	0,042	0,110	0,096	0,135
	O ₁	0,008	0,332	0,467	0,248
	O ₂	0,130	0,008	0,078	0,621
	O ₃	0,164	0,112	0,098	0,009
	К	-	-	0,060	0,031
	T ₁	0,011	0,195	0,156	0,223
	T ₂	0,015	0,173	0,082	0,335
	Y ₂	0,824	0,687	0,341	0,332

Продолжение таблицы 1					
1	2	3	4	5	6
B	A ₁ '	0,011	0,279	0,194	0,549
	A ₂ '	0,279	0,486	0,253	0,075
	B'	0,160	0,144	0,307	0,536
	D'	0,508	0,161	0,156	0,693
	E ₂ '	0,458	0,378	0,246	0,433
	E ₃ '	0,328	0,271	0,092	0,094
	G'	-	0,125	0,110	0,433
	I'	0,046	0,061	0,070	0,398
	O'	0,156	0,235	0,110	0,307
	P ₂ '	0,073	0,121	0,214	0,144
	Q'	0,183	0,288	0,583	0,009
	Y'	0,080	0,027	0,156	0,078
	G''	0,584	0,433	0,297	0,461
C	C ₁	0,168	0,201	0,273	0,063
	C ₂	0,023	0,235	0,246	0,216
	E	0,985	1,000	0,860	0,194
	R ₁	0,004	0,032	0,116	0,223
	R ₂	0,103	0,156	0,122	0,169
	W	0,218	0,334	0,251	0,251
	X ₁	-	0,068	0,120	0,263
	X ₂	0,294	0,283	0,365	0,549
S	L'	0,244	0,275	0,192	0,483
	L	0,844	0,801	0,335	0,520
	S ₁	0,553	0,290	0,277	0,056
	S ₂	0,599	0,233	0,074	0,210
	U	0,107	0,123	0,253	0,320
	H'	0,599	0,732	0,397	0,044
	U'	0,053	0,030	0,142	0,382
	H''	0,221	0,002	0,078	0,273
F-V	U''	0,416	0,273	0,028	0,658
	F	0,981	0,951	0,894	0,135
Z	V	0,046	-	0,030	0,429
	Z	0,080	0,169	0,164	0,426

С высокой частотой в 2020 г. в стаде встречались аллели A₂ системы A, B₂, G₂, G₃, Y₂, D', E₂', G'' системы B – от 0,554 до 0,824, типичные для черно-пестрого скота из разных регионов России.

В период с 2020 по 2023 гг. частота аллелей C₁, E EAC-системы и аллель F EAF-системы сократилась, а аллель C₁ практически исчезла, что связано с голштинизацией поголовья. Частота встречаемости аллелей C₂, R₁, X₂ системы C в период иммуногенетических исследований увеличилась от 2 до 53 %. На 2020 год аллель X₁ отсутствовала, а на 2023 год частота увеличилась на 0,223. В EAF-системе наблюдается на 2020 год небольшая доля аллеля V (0,046), но в 2021 году данный антиген отсутствует. В 2022 году антиген V присутствует в небольшом объеме тогда, как в 2023 году данный аллель резко увеличивается его частота.

Сравнительный анализ ЕАВ локуса групп крови голштинского черно-пестрого скота в ООО ПХ «Артемиды» выявил антигены, частота которых уменьшилась за 4 года. Частота встречаемости таких антигенов, как O_3 , A_2' сократилась с 0,164 до 0,009 и 0,279 до 0,075 соответственно. Также были определены и антигены, частота которых практически не изменилась, Их концентрация во все исследуемые периоды составляла в среднем 30-50%. Анализ динамики аллелофонда во времени показал увеличение общего числа аллелей, участвующих в формировании генотипов ЕАВ-локуса. К примеру, если в 2020 году в стаде отсутствовали антигены I_1 , K , G' , X_1 , то к 2023 году их концентрация варьировала в диапазоне 0,031-0,433. Так, если частота антигена B_1 в 2020 году составляла лишь 0,004, то к 2023 году концентрация увеличилась до 0,429, B'_c с 0,160 до 0,508, O_2 с 0,130 до 0,621. По частоте антигена Y_2 наблюдается постепенное снижение, по сравнению с 2020 г. разница составила 0,545. Отмечается небольшая концентрация антигенов K с частотой 0,031 в 2021 г. и 0,011 в 2022 г. Встречаемость антигена G' не была зафиксирована в 2020 г., в то время как в 2023 г. частота составила 0,433. Наибольшая частота антигена I' зафиксирована в 2023 г., что на 11,6 % больше, чем в 2020 г.

Наибольшим полиморфизмом отличается ЕАВ-локус групп крови крупного рогатого скота, в связи, с чем представляет интерес изучение показателей молочной продуктивности животных в зависимости от сочетания маркерных аллелей указанного локуса (табл. 2, 3, 4, 5).

Анализируя взаимосвязь антигенов эритроцитов групп крови с молочной продуктивностью коров голштинской черно-пестрой породы ООО ПХ «Артемиды», мы установили антигены, ассоциированные как с повышением, так и со снижением уровня молочной продуктивности за 305 дней лактации.

По данным 2020 года (табл. 2) удой животных с аллелями в крови O_1 , Y' превалировал над показателями молочной продуктивности не носителей данных антигенов на 11 % и 9 % соответственно. По количеству молочного жира носители антигенов T_1 , T_2 , A_1' , O_1 – на 0,15-0,2 % превышали показатели коров не носителей. Наличие антигена I_2 привело к снижению удоя на 8 % и содержания жира в молоке на 0,1%. Выгодно отличаются по содержанию белка носители антигенов T_1 и T_2 достоверным увеличением показателя на 0,13 %.

По данным 2021 года (табл. 3) коровам, имеющим антигены локуса ЕАВ B' , G' , P_2' , были характерны повышенные показатели молочной продуктивности. Так, у носителей антигена O_2 удой был выше показателей не носителей на 804 кг (10 %), B' – 959 кг (12 %), G' – 868 кг (11 %), P_2' – 910 кг (11 %). Снижение удоя было зарегистрировано у носителей антигенов A_1' – 1333 кг (16 %), T_1 – 1910 кг (23 %), O_1 – 1229 кг (15 %).

Следует отметить, что неоднозначные результаты были выявлены в разные годы по наличию антигена B_1 у коров. Так, если в 2020 г. его присутствие сопровождалось увеличением удоя на 1967 кг (23 %), содержания жира в молоке на 0,15 % и белка на 0,11 %, то в 2021 г. носители антигена имели удой ниже не носителей на 1601 кг (19 %), содержание жира ниже на 0,12 %.

В 2022 году (табл. 4) стоит отметить носителей антигенов I_1 , K и P_2' . Достоверное увеличение удоя ($P \leq 0,001$) в 8,87 % показали коровы с антигеном P_2' . По белку первотелки с O_1 превосходили на 0,1% ($P \leq 0,05$) показателей не носителей антигена. Стоит отметить носителей аллеля I_1 , имевших удой за 305 дней лактации выше на 590 кг (6,8 %), антигена K – на 589 кг (6,5 %) и антигена P_2' – на 786 кг (8,8 %) по сравнению с не носителями. Разница по содержанию жира и белка в молоке оказалась незначительной. Достоверная разница в 0,07 и 0,09 % отмечена у носителей антигена G_3 и O_1 .

Следует отметить, что те коровы, у которых присутствовали такие антигены, как P_2' , O_2 , во все годы отличались более высокой молочной продуктивностью. Так, в 2023 году (табл. 5) разница в удое по данным антигенам составила 415 кг (4 %) и 476 кг (5,2 %). Незначительное увеличение содержания жира в молоке на 0,06% отмечалось у носителей антигенов I_1 , Q' .

Таблица 2. Количественные признаки продуктивности коров 1-й лактации голштинской черно-пестрой породы за 2020 год
 Table 2. Quantitative indicators of productivity of 1st lactation cows of the Holstein Black-and-white breed in 2020

Анти- ген / antigen	Молочная продуктивность коров носительниц антигена / <i>Milk productivity of cows carrying the antigen</i>			Молочная продуктивность коров не носительниц антигена / <i>Milk productivity of cows that do not carry the antigen</i>			Разница, % / <i>difference, %</i>		
	удой, кг / <i>milk yield, kg</i>	жир, % / <i>fat, %</i>	белок, % / <i>protein, %</i>	удой, кг / <i>milk yield, kg</i>	жир, % / <i>fat, %</i>	белок, % / <i>protein, %</i>	удой, кг / <i>milk yield, kg</i>	жир, % / <i>fat, %</i>	белок, % / <i>protein, %</i>
B ₁	10381±174,2	4,16±0,02	3,2±0,02	8414,2±132,38	4,01±0,02	3,09±0,01	1966,80	0,15	0,11
B ₂	8256±189,37	4,04±0,03	3,1±0,02	8617,6±183,78	3,97±0,02	3,07±0,02	-361,60	0,07	0,03
G ₂	8248,6±169,96	3,99±0,03	3,07±0,02	8609,7±200,06	4,02±0,02	3,1±0,02	-361,10	-0,03	-0,03
G ₃	8269,1±225,25	4,00±0,03	3,09±0,02	8550,4±161,19	4,01±0,02	3,09±0,02	-281,30	-0,01	0,00
I ₁	8064±154,60	4,06±0,02	3,18±0,01 ¹	8438,8±133,97	4,01±0,02	3,09±0,01	-374,80	0,05	0,09
I ₂	7767,3±243,14	3,91±0,08	3,08±0,04	8479,9±139,5	4,01±0,02	3,09±0,01	-712,60	-0,10	-0,01
O ₁	9358±1023,00	4,15±0,01 ¹	3,21±0,01 ¹	8415±133,81	4±0,02	3,08±0,01	943,00	0,15	0,13
O ₂	8792±326,54	3,96±0,04	3,06±0,02	8333,5±141,92	4,02±0,02	3,09±0,02	458,50	-0,06	-0,03
O ₃	8172±169,36	3,97±0,04	3,07±0,02	8533,9±170,2	4,02±0,02	3,09±0,02	-361,90	-0,05	-0,02
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₁	8518,7±1067,89	4,16±0,02 ¹	3,21±0,02 ¹	8432,2±133,93	4±0,02	3,08±0,01	86,50	0,16	0,13
T ₂	7696,3±533,99	4,18±0,02 ¹	3,21±0,02 ¹	8458,9±135,46	4±0,02	3,08±0,01	-762,60	0,18	0,13
Y ₂	8407,9±149,48	4,00±0,02	3,09±0,02	8524,6±291,86	4,04±0,03	3,09±0,02	-116,70	-0,04	0,00
A ₁ ¹	7914±126,40	4,21±0,02 ¹	3,21±0,01 ¹	8440,4±133,91	4,01±0,02	3,09±0,01	-526,40	0,20	0,12
A ₂ ¹	8149,4±140,75	4,02±0,03	3,1±0,02	8594±188,82	4±0,02	3,08±0,02	-444,60	0,02	0,02
B ¹	8290,1±296,55	4,03±0,03	3,1±0,03	8486,6±146,42	4±0,02	3,08±0,01	-196,50	0,03	0,02
D ¹	8534,5±187,31	3,99±0,02	3,07±0,02	8337,4±188,61	4,02±0,03	3,11±0,02	197,10	-0,03	-0,04
E ₂ ¹	8442,9±182,38	3,99±0,02	3,07±0,02	8426,7±194,74	4,02±0,03	3,1±0,02	16,20	-0,03	-0,03
E ₃ ¹	8555,2±207,59	4,03±0,02	3,09±0,02	8295,5±155,17	3,98±0,03	3,09±0,02	259,70	0,05	0,00
G ¹	7989±75,00	4,14±0,08	3,2±0,02 ¹	8444,5±135,29	4,01±0,02	3,09±0,01	-455,50	0,13	0,11
I ¹	8268,4±542,52	4,00±0,05	3,03±0,05	8444,1±137,29	4,01±0,02	3,09±0,01	-175,70	-0,01	-0,06
O ¹	8389,5±406,7	3,98±0,08	3,11±0,04	8440,2±141,09	4,01±0,02	3,08±0,01	-50,70	-0,03	0,03
P ₂ ¹	8921±574,79	4,06±0,04	3,17±0,03 ²	8364,6±127,23	4±0,02	3,07±0,01	556,40	0,06	0,10
Q ¹	8569,9±387,06	4,02±0,03	3,09±0,03	8407,5±139,97	4,01±0,02	3,09±0,01	162,40	0,01	0,00
Y ¹	9092,7±703,87 ²	4,08±0,03	3,15±0,04	8382,6±131,78	4±0,02	3,08±0,01	710,10	0,08	0,07
G ¹	8309,6±151,27	4,01±0,02	3,08±0,02	8640,3±246,05	4±0,03	3,1±0,02	-330,70	0,01	-0,02

Примечание: здесь и далее ¹ – P≤0,001; ² – P≤0,05

Note: here and further ¹ – P≤0,001; ² – P≤0,05

Таблица 3. Количественные признаки продуктивности коров 1-й лактации голштинской черно-пестрой породы за 2021 год
 Table 3. Quantitative indicators of productivity of 1st lactation cows of the Holstein black-and-white breed in 2021

Анти-ген / antigen	Молочная продуктивность коров носительниц антигена / Milk productivity of cows carrying the antigen				Молочная продуктивность коров не носительниц антигена / Milk productivity of cows that do not carry the antigen				Разница, % / difference, %			
	удой, кг / milk yield, kg	жир, % / fat, %	белок, % / protein, %	жир, % / fat, %	удой, кг / milk yield, kg	жир, % / fat, %	белок, % / protein, %	жир, % / fat, %	удой, кг / milk yield, kg	жир, % / fat, %	белок, % / protein, %	жир, % / fat, %
B ₁	6784±135,81	3,81±0,11	3,03±0,05	-	8385,8±230,86	3,93±0,03	3,03±0,02	-	-1601,80	-0,12	0,00	-
B ₂	8417,9±316,72	3,94±0,04	3,05±0,03	-	8271,24±336,67	3,92±0,03	3,01±0,01	-	146,66	0,02	0,04	-
G ₁	8299,6±262,95	3,91±0,03	3,01±0,01	-	8407,1±388,51	3,94±0,04	3,057±0,03	-	-107,50	-0,03	-0,05	-
G ₃	8031,2±338,56	3,92±0,04	3,01±0,01	-	8490,9±292,92	3,93±0,03	3,04±0,02	-	-459,70	-0,01	-0,03	-
I ₁	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I ₂	8435,7±659,4	3,9±0,04	3,06±0,04	-	8345,1±241,59	3,93±0,03	3,03±0,02	-	90,60	-0,03	0,03	-
O ₁	7228,5±842,82	3,9±0,03	3,02±0,03	-	8457,9±233,63	3,93±0,03	3,03±0,02	-	-1229,40	-0,03	-0,01	-
O ₂	9050,2±695,00	3,85±0,08	2,97±0,03	-	8246,1±240,42	3,94±0,03	3,04±0,02	-	804,10	-0,09	-0,07	-
O ₃	8510,4±384,39	3,88±0,02	3±0,02	-	8306,7±273,74	3,94±0,03	3,04±0,02	-	203,70	-0,06	-0,04	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₁	6483±171,52	3,95±0,08	3,05±0,02	-	8392,5±229,69	3,93±0,03	3,03±0,02	-	-1909,50	0,02	0,02	-
T ₂	8174,3±126,22	3,85±0,08	3,02±0,02	-	8363,3±233,34	3,93±0,03	3,03±0,02	-	-189,00	-0,08	-0,01	-
Y ₁	8417,5±275,66	3,92±0,03	3,03±0,02	-	8111,6±358,35	3,95±0,05	3,03±0,02	-	305,90	-0,03	0,00	-
A ₁	7162,8±490,02	3,87±0,02	3,02±0,03	-	8495,9±241,08	3,94±0,03	3,03±0,02	-	-1333,10	-0,07	-0,01	-
A ₂	8075±251,39	3,93±0,05	3,03±0,02	-	8545,2±345,83	3,92±0,03	3,03±0,02	-	-470,20	0,01	0,00	-
B'	9143,4±568,61	4,02±0,07	3,09±0,08	-	8184,2±244,21	3,91±0,03	3,02±0,01	-	959,20	0,11	0,07	-
D'	8705,1±344,4	3,88±0,03	3,01±0,01	-	8123,4±299,97	3,96±0,04	3,05±0,03	-	581,70	-0,08	-0,04	-
E ₂	8159,5±356,8	3,89±0,02	3±0,01	-	8526,5±293,88	3,97±0,04	3,06±0,03	-	-367,00	-0,08	-0,06	-
E ₃	8314,4±346,02	3,94±0,03	3,01±0,01	-	8394,6±293,27	3,91±0,05	3,06±0,03	-	-80,20	0,03	-0,05	-
G'	9143±595,47	3,83±0,03	2,99±0,02	-	8275,6±242,22	3,94±0,03	3,04±0,02	-	867,40	-0,11	-0,05	-
I'	8115±1987,55	3,92±0,02	3,05±0,01	-	8356,2±233,53	3,93±0,03	3,03±0,02	-	-241,20	-0,01	0,02	-
O'	8564,7±523,13	3,85±0,03	3,04±0,02	-	8312,6±254,73	3,94±0,03	3,03±0,02	-	252,10	-0,09	0,01	-
P ₂	9162±753,02	3,82±0,05	3,04±0,02	-	8252,1±238,14	3,94±0,03	3,03±0,02	-	909,90	-0,12	0,01	-
Q'	7817,8±360,36	3,89±0,03	3,02±0,02	-	8499,1±271,26	3,94±0,03	3,03±0,02	-	-681,30	-0,05	-0,01	-
Y'	7269,5±489,5	3,98±0,07	2,96±0	-	8400,1±235,7	3,93±0,03	3,04±0,02	-	-1130,60	0,05	-0,08	-
G''	8222,6±284,07	3,93±0,03	3,03±0,01	-	8616,3±386,81	3,92±0,04	3,05±0,04	-	-393,70	0,01	-0,02	-

Таблица 4. Количественные признаки продуктивности коров 1-й лактации голштинской черно-пестрой породы за 2022 год
 Table 4. Quantitative indicators of productivity of 1st lactation cows of the Holstein black-and-white breed in 2022

Анти-ген / antigen	Молочная продуктивность коров носительниц антигена / Milk productivity of cows carrying the antigen				Молочная продуктивность коров не носительниц антигена / Milk productivity of cows that do not carry the antigen				Разница, % / difference, %		
	удой, кг / milk yield, kg	жир, % / fat, %	белок, % / protein, %	удой, кг / milk yield, kg	жир, % / fat, %	белок, % / protein, %	удой, кг / milk yield, kg	жир, % / fat, %	белок, % / protein, %	жир, % / fat, %	белок, % / protein, %
B ₁	9089,2±198,5	3,99±0,04	3,12±0,03	9027,3±140,03	4,00±0,02	3,12±0,01	61,90	-0,01	0,00		
B ₂	9149,0±175,88	4,02±0,02	3,12±0,02	8943±155,21	3,99±0,02	3,11±0,02	206,00	0,03	0,01		
G ₂	8929,2±193,51	4,01±0,03	3,12±0,02	9088,9±144,72	4,00±0,02	3,11±0,01	-159,70	0,01	0,01		
G ₃	9154,5±217,98	4,05±0,04	3,17±0,03 ²	9016,4±134,49	3,99±0,02	3,1±0,01	138,10	0,06	0,07		
I ₁	9253,7±131,85 ²	4,02±0,02	3,12±0,01	8663,3±215,86	3,97±0,03	3,1±0,02	590,40	0,05	0,02		
I ₂	8121,4±404,31	3,92±0,03	3,07±0,02	9103,9±119,97	4,01±0,02	3,12±0,01	-982,50	-0,09	-0,05		
O ₁	8692,4±237,27	4,03±0,06	3,19±0,04 ²	9098,9±129,71	3,99±0,01	3,1±0,01	-406,50	0,04	0,09		
O ₂	9076,1±199,69	4,06±0,04	3,15±0,03	9029,1±142,15	3,98±0,01	3,1±0,01	47,00	0,08	0,05		
O ₃	8796,4±220,79	3,99±0,02	3,09±0,02	9124,9±136,79	4,00±0,02	3,13±0,01	-328,50	-0,01	-0,04		
K	9560,2±247,04 ²	3,93±0,05	3,08±0,03	8971,1±127,19	4,01±0,01	3,12±0,01	589,10	-0,08	-0,04		
T ₁	9125±182,36	3,98±0,03	3,12±0,02	9005,5±147,85	4,01±0,02	3,11±0,01	119,50	-0,03	0,01		
T ₂	9248,8±318,67	3,99±0,01	3,08±0,02	9003,7±125,39	4,01±0,02	3,12±0,01	245,10	-0,02	-0,04		
Y ₁	8970,7±166,36	4,01±0,02	3,13±0,02	9125,8±162,45	3,99±0,02	3,09±0,02	-155,10	0,02	0,04		
A ₁	9047,6±201,83	4,03±0,03	3,12±0,02	9038,8±143,67	3,99±0,02	3,11±0,01	8,80	0,04	0,01		
A ₂	9107±216,82	3,99±0,03	3,12±0,02	9010,3±138,51	4,01±0,02	3,12±0,01	96,70	-0,02	0,00		
B'	8976,6±167,23	4,01±0,03	3,12±0,02	9084±159,54	3,99±0,02	3,11±0,01	-107,40	0,02	0,01		
D'	8923,6±215,07	3,99±0,04	3,13±0,03	9080,3±138,28	4,00±0,02	3,11±0,01	-156,70	-0,01	0,02		
E ₂ '	9022,3±202,03	3,98±0,03	3,12±0,02	9050,7±143,49	4,01±0,02	3,11±0,01	-28,40	-0,03	0,01		
E ₃ '	8873,5±167,79	3,99±0,02	3,1±0,02	9175,7±160,84	4,01±0,02	3,13±0,02	-302,20	-0,02	-0,03		
G'	9329,4±233,08	4,03±0,04	3,13±0,03	8957,9±133,99	3,99±0,02	3,11±0,01	371,50	0,04	0,02		
I'	9054,7±269,32	4,03±0,04	3,15±0,03	9039,8±128,13	3,99±0,02	3,11±0,01	14,90	0,04	0,04		
O'	8903,1±217,72	4,02±0,04	3,15±0,03	9074,2±134,92	3,99±0,02	3,11±0,01	-171,10	0,03	0,04		
P ₂	9650,5±235,52 ²	3,96±0,03	3,09±0,02	8864,5±129,87	4,02±0,02	3,12±0,01	786,00	-0,06	-0,03		
Q'	9192,3±162,87	4,01±0,02	3,12±0,02	8907,1±165,71	3,99±0,02	3,11±0,02	285,20	0,02	0,01		
Y'	8971,5±293,27	3,99±0,07	3,09±0,05	9046,9±123,74	4,00±0,01	3,12±0,01	-75,40	-0,01	-0,03		
G''	9229,9±196,29	3,99±0,03	3,12±0,02	8922,7±143,91	4,01±0,02	3,12±0,01	307,20	-0,02	0,00		

Таблица 5. Количественные признаки коров 1-й лактации голштинской черно-пестрой породы за 2023 год
Table 5. Quantitative indicators of productivity of 1st lactation cows of the Holstein black-and-white breed in 2023

Анти- ген / antigen	Молочная продуктивность коров носительниц антигена / Milk productivity of cows carrying the antigen				Молочная продуктивность коров не носительниц антигена / Milk productivity of cows that do not carry the antigen				Разница, % / difference, %		
	удой, кг / milk yield, kg	жир, % / fat, %	белок, % / protein, %	удой, кг / milk yield, kg	жир, % / fat, %	белок, % / protein, %	удой, кг / milk yield, kg	жир, % / fat, %	белок, % / protein, %	жир, % / fat, %	белок, % / protein, %
B ₁	9605,1±174,19	3,95±0,02	3,06±0,02	9395,2±141,48	3,94±0,01	3,03±0,01	209,90	0,01	0,03		
B ₂	9530±166,64	3,95±0,02	3,04±0,01	9397,4±147,07	3,93±0,02	3,04±0,02	132,60	0,02	0,00		
G ₂	9548,9±127,19	3,93±0,01	3,03±0,01	9254,2±215,03	3,95±0,02	3,05±0,02	294,70	-0,02	-0,02		
G ₃	9517,1±150,2	3,94±0,01	3,04±0,01	9380,7±161,8	3,94±0,02	3,04±0,02	136,40	0,00	0,00		
I ₁	9178,9±259,39	3,99±0,03	3,09±0,03	9520±121,47	3,93±0,01	3,03±0,01	-341,10	0,06	0,06		
I ₂	9444±266,49	3,9±0,03	3,02±0,01	9463,3±121,61	3,95±0,01	3,04±0,01	-19,30	-0,05	-0,02		
O ₁	9403,2±203,69	3,91±0,02	3,03±0,01	9481,5±131,59	3,95±0,02	3,04±0,01	-78,30	-0,04	-0,01		
O ₂	9599,7±127,93	3,92±0,01	3,02±0,01	9123,9±206,71	3,97±0,03	3,07±0,02	475,80	-0,05	-0,05		
O ₃	8890,5±459,62	3,96±0,02	3,01±0,02	9500,8±113,01	3,94±0,01	3,04±0,01	-610,30	0,02	-0,03		
K	9331,3±441,91	3,86±0,06	3,02±0,02	9467,8±114,23	3,94±0,01	3,04±0,01	-136,50	-0,08	-0,02		
T ₁	9391,3±195,36	3,92±0,03	3,06±0,02	9484,9±133,06	3,94±0,01	3,03±0,01	-93,60	-0,02	0,03		
T ₂	9606,6±189,81	3,93±0,01	3,01±0,01	9357±131,88	3,95±0,02	3,06±0,01	249,60	-0,02	-0,05		
Y ₂	9717,9±236,51	3,97±0,02	3,05±0,02	9347,8±119,14	3,93±0,02	3,03±0,01	370,10	0,04	0,02		
A ₁	9530,5±1154,01	3,92±0,02	3,04±0,01	9377,5±158,07	3,95±0,02	3,04±0,02	153,00	-0,03	0,00		
A ₂	9131,9±304,16	3,96±0,02	3,06±0,04	9496,5±117,61	3,94±0,01	3,04±0,01	-364,60	0,02	0,02		
B'	9382,2±152,76	3,94±0,02	3,04±0,01	9553,1±159,26	3,94±0,02	3,04±0,02	-170,90	0,00	0,00		
D'	9459,9±136,23	3,94±0,01	3,03±0,01	9459,6±189,55	3,93±0,03	3,06±0,02	0,30	0,01	-0,03		
E ₂	9233,2±173,09	3,93±0,02	3,05±0,01	9597,6±141,06	3,95±0,02	3,03±0,01	-364,40	-0,02	0,02		
E ₃	9144,3±271,15	3,97±0,02	3,05±0,03	9498,5±118,99	3,93±0,01	3,04±0,01	-354,20	0,04	0,01		
G'	9490,8±171,26	3,94±0,02	3,05±0,01	9439,5±144,71	3,93±0,02	3,03±0,01	51,30	0,01	0,02		
I'	9365,4±182,14	3,95±0,02	3,06±0,01 ²	9517,1±138,89	3,93±0,02	3,03±0,01	-151,70	0,02	0,03		
O'	9541,2±182,46	3,95±0,01	3,03±0,01	9400,8±137,26	3,93±0,02	3,04±0,01	140,40	0,02	-0,01		
P ₂	9812,1±246,53	3,92±0,03	3,03±0,02	9396,9±121,58	3,94±0,01	3,04±0,01	415,20	-0,02	-0,01		
Q'	9289,7±430,19	3,99±0,04	3,12±0,05	9475,4±114,21	3,93±0,01	3,03±0,01	-185,70	0,06	0,09		
Y'	9641,3±345,63	3,97±0,03	3,01±0,02	9441,3±116,56	3,93±0,01	3,04±0,01	200,00	0,04	-0,03		
G''	9551,4±147,1	3,94±0,02	3,05±0,02	9383,7±160,96	3,94±0,02	3,03±0,01	167,70	0,00	0,02		

Обсуждение полученных результатов.

Исследуя иммуногенетические особенности популяции крупного рогатого скота, преследовалась цель выявить разнообразие, связанное с предшествующей селекцией, а также возможность использования групп крови для уточнения мероприятий по дальнейшей селекции. Полученные нами данные свидетельствуют о значительном варьировании частот антигенов генетических систем, которые в ряде случаев достигали статистически значимых различий.

Сравнение аллелофонда групп крови скота вызывает особый интерес у селекционеров. Полученные нами данные по обнаружению 48 антигенов в шести системах согласуются с результатами, опубликованными по высокопродуктивному молочному скоту. В исследуемом нами стаде с высокой частотой встречались аллели A_2 системы A, B_2 , G_2 , G_3 , Y_2 , D' , E_2' , G'' системы B типичные для черно-пестрого скота из разных регионов России. Ранее при изучении аллелофонда голштинизированной черно-пестрой породы было установлено, что он представлен 44 аллелями. При этом самыми распространенными аллелями групп крови крупного рогатого скота являлись $G_2Y_2E_1'Q'$ и I_2 (Шаталина О.С. и др., 2023), а в формировании генотипа черно-пестрого скота участвовали 25 EAB-аллелей, среди которых отсутствовали $B_2G_2E_2'O'$, $G_3O_1T_1$, $I_2E_2'I'Q'$, I_2I' , $O_1Y_2D'O'$, $O_1Y_2D'G''$, $O_1Y_2G'G''$, P_2I' , QQ' , $Y_2D'G'I'O'$, $Y_2D'G'I'Q'$, $Y_2E_2'I'Q'$, $Y_2G'G''$, Y_2Q' , $D'GT'Q'$, $E_3'G'O'G''$ (Шукюрова Е.Б. и Марзанов Н.С., 2021).

Анализируя взаимосвязь антигенов эритроцитов групп крови с молочной продуктивностью коров черно-пестрой голштинской породы в республике, мы установили антигены, ассоциированные как с повышением, так и со снижением уровня молочной продуктивности, что согласуется с полученными ранее данными, установившими связь некоторых аллелей и генотипов групп крови с молочной продуктивностью (Валитов Ф.Р. и др. 2019; Дмитриева В.И. и др., 2018). Так, коровы черно-пестрой породы с высокой продуктивностью (удой выше 9001 кг) имели в разных сочетаниях, максимальную частоту следующих антигенных факторов – A_1 , B_1 , G_2 , I_2 , G' , P_2' , X_2 , Z , J , голштинской породы (удой выше 7001 кг) – A_2 , O_1 , Y_2 , B' , C_1 , V . В наших исследованиях было установлено, что коровы, у которых присутствовали такие антигены, как P_2' , O_2 во все годы отличались более высокими удоями, на 9-11 % превышающими показатели не носителей. Статическую ассоциацию антигенов с содержанием жира и белка в молоке выявить не удалось. В разные годы животные с антигенами T_1 , T_2 , A_1' , O_1 , G_3 и O_1 превышали по количеству молочного жира и белка показатели не носителей.

Заключение.

Проведенные исследования позволили установить аллелофонд, частоту встречаемости антигенов групп крови популяции голштинского черно-пестрого скота в ООО ПХ «Артемиды». В результате полученных данных по исследуемому хозяйству прослеживается высокий уровень сходства между черно-пестрой и голштинской породами. В популяции во все годы выгодно отличались по удою животные носители антигенов P_2' , O_2 , по жирномолочности и белкомолочности носители антигенов T_1 , T_2 , A_1' , O_1 , G_3 . Соответственно, в популяции есть носители желательных для отбора и подбора аллелей, которые могут служить генетическими маркерами молочной продуктивности коров. Носителей рекомендуется отбирать в племенное ядро стада, а также интенсивно использовать в подборе.

Список источников

1. Блохина А.С. Характеристика аллелофонда коров-первотелок черно-пестрой породы по микросателлитам // Инновационные методы и технологии повышения продуктивности в молочном животноводстве: сб. материалов (г. Барнаул, 24-25 октября 2023 г.). Барнаул: Алтайский гос. аграрный ун-т, 2023. С. 6-8. [Blokhina AS. Characteristics of the allele pool of black-pied first-calf heifers by microsatellites (Conference proceedings) Innovative methods and technologies for increasing

productivity in dairy farming: collection of materials (Barnaul, October 24-25, 2023). Barnaul: Altai State Agrarian University; 2023:6-8. *(In Russ.)*].

2. Валитов Ф.Р., Долматова И.Ю., Юмагузин И.Ф. Генетическая структура пород крупного рогатого скота Республики Башкортостан по антигенным эритроцитарным факторам // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2019. № 4(52). С. 74-79. [Valitov F, Dolmatova I, Jumagusin I. Genetic structure of cattle breeds of the Republic of Bashkortostan by antigenic erythrocyte factors. Vestnik Bashkir State Agrarian University. 2019;4(52):74-79. *(In Russ.)*]. doi: 10.31563/1684-7628-2019-52-4-74-79

3. Генетическая оценка голштинского скота по микросателлитным маркерам ДНК / Л.А. Калашникова, Т.Б. Ганченкова, Н.В. Рыжова и др. // Генетика. 2025. Т. 61. № 1. С. 55-66. [Kalashnikova LA, Ganchenkova TB, Ryzhova NV et al. Genetic evaluation of Holstein cattle makes use of microsatellite DNA markers. Genetics. 2025;1:55-66. *(In Russ.)*]. doi: 10.31857/S0016675825010057

4. Генотипы EAF-системы групп крови в селекции крупного рогатого скота на продуктивность / Д.Н. Кольцов, В.И. Дмитриева, В.А. Багиров и др. // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 10. С. 58-61. [Koltsov DN, Dmitrieva VI, Bagirov VA et al. Genotypes of the EAF blood group system in cattle breeding for productivity. Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2019;33(10):58-61. *(In Russ.)*]. doi: 10.24411/0235-2451-2019-11013

5. Гуккина В.Б. Применение микросателлитных ДНК-маркеров при определении достоверности происхождения скота // Исследования молодых ученых: материалы LXXII Междунар. науч. конф. (г. Казань, декабрь 2023 г.). Казань: Молодой ученый, 2023. С. 21-25. [Gukkina VB. Application of microsatellite DNA markers in determining the reliability of the origin of cattle. (Conference proceedings) Research of young scientists: Proc. LXXII Int. scientific conf. (Kazan, December 2023). Kazan: Young scientist, 2023: 21-25. *(In Russ.)*].

6. Дмитриева В.И., Кольцов Д.Н., Гонтов М.Е. Аллели EAB-локуса групп крови в селекции крупного рогатого скота по продуктивности // Аграрный вестник Юго-Востока. 2018. № 1(18). С. 10-13. [Dmitrieva VI, Koltsov DN, Gontov ME. Alleles of the EAB locus of blood groups in the breeding of cattle for productivity. Agrarian Reporter of South-East. 2018;1(18):10-13. *(In Russ.)*].

7. Долматова И.Ю., Валитов Ф.Р. Полиморфизм генов гормонов у коров бестужевской породы // Достижения в генетике, селекции и воспроизводстве сельскохозяйственных животных: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (г. Санкт-Петербург - Пушкин, 29-30 мая 2019 г.). Санкт-Петербург-Пушкин: Всерос. науч.-исслед. ин-т генетики и разведения с.-х. животных РАСХН, 2019. С. 21-22. [Dolmatova IYu, Valitov FR. Polymorphism of hormone genes in Bestuzhev breed cows (Conference proceedings) Achievements in genetics, selection and reproduction of farm animals: Proceedings of the International scientific and practical conference, (St. Petersburg - Pushkin, May 29-30, 2019). St. Petersburg- Pushkin: All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals, RAAS; 2019:21-22. *(In Russ.)*].

8. Калашников А.Е., Ялуга В.Л. Изменение встречаемости аллелей EAB-локуса групп крови у скота холмогорской породы вследствие голштинизации // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2022. № 3(37). С. 66-78. [Kalashnikov AE, Yaluga VL. Hanges in the occurrence of alleles of the EAB-locus of blood groups in cattle of the Kholmogorsky breed due to Holsteinization. Izvestia of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after VM Kokov. 2022;3(37):66-78. *(In Russ.)*]. doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-66-78

9. Николаев С.В. Полиморфизм ДНК-микросателлит айрширского скота Республики Коми и Кировской области // Аграрный научный журнал. 2021. № 9. С. 67-70. [Nikolaev SV. Polymorphism of DNA-microsatellites of Ayrshire cattle of the Komi Republic and the Kirov region. Agrarian Scientific Journal. 2021;9:67-70. *(In Russ.)*]. doi: 10.28983/asj.y2021i9pp67-70

10. Правила генетической экспертизы племенного материала крупного рогатого скота / И.М. Дунин, А.А. Новиков, Н.И. Романенко, Е.Д. Амбросьева, Э.К. Бороздин и др. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. 47 с. [Dunin IM, Novikov AA, Romanenko NI, Ambros'eva ED,

Borozdin EK. Pravila geneticheskoi ekspertizy plemennogo materiala krupnogo rogatogo skota i dr. Moscow: FGNU «Rosin-formagrotekh»; 2003: 47 p. (*In Russ.*).

11. Разяпова Л.Ф., Кононенко Т.В., Ганиева И.Н. Особенности аллелефонда лошадей башкирской породы различных популяций // Сохранение и разведение лошадей аборигенных пород в Евразии: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (в рамках Междунар. фестиваля «Башкорт аты»), (Уфа, 15-16 августа 2024 года). Уфа: Башкирский гос. аграрный ун-т, 2024. С. 35-40. [Razyarova LF, Kononenko TV, Ganieva IN. Features of the allelofund of Bashkir horses of various populations (Conference proceedings) Conservation and breeding of horses of aboriginal breeds in Eurasia: materials of the International scientific and practical conference (within the framework of the International Festival «Bashkort Aty»), (Ufa, August 15-16, 2024). Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2024: 35-40. (*In Russ.*).

12. Распределение высокопродуктивных коров по частоте встречаемости аллелей / В.Ф. Гридин, С.Л. Гридина, О.И. Лешонок, К.В. Новицкая // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2018. № 4. С. 222-225. [Gridin VF, Gridina SL, Leshonok OI, Novitskaya KV. Distribution of high-productive cows by alleys occurrence frequency. Legal Regulation in Veterinary Medicine. 2018;4:222-225. (*In Russ.*)]. doi: 10.17238/issn2072-6023.2018.4.222

13. Селекционно-генетические параметры признаков молочной продуктивности коров красной горбатовской породы разных генотипов / Е.Н. Нарышкина, А.А. Сермягин, И.А. Лашнева, И.С. Недашковский // Животноводство и кормопроизводство. 2025. Т. 108. № 2. С. 60-73. [Naryshkina EN, Sermyagin AA, Lashneva IA, Nedashkovsky IS. Selection and genetic parameters of milk production traits in red gorbатов cows of different genotypes. Animal Husbandry and Fodder Production. 2025;108(2):60-73. (*In Russ.*)]. doi: 10.33284/2658-3135-108-2-60

14. Холодова Л.В., Новоселова К.С. Использование иммуногенетики в селекции молочного стада Республики Марий Эл // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018. Т. 4. № 3(15). С. 69-77. [Kholodova LV, Novoselova KS. The use of immunogenetics in selection of dairy herd of the Republic of Mari El. Vestnik of the Mari State University. Chapter «Agriculture. Economics». 2018;4.3(15):69-77. (*In Russ.*)]. doi: 10.30914/2411-9687-2018-4-3-69-76

15. Шаталина О.С., Ярышкин А.А., Лешонок О.И. Отличительные особенности аллелефонда групп крови различных пород крупного рогатого скота // Генетика и разведение животных. 2023. № 2. С. 85-97. [Shatalina O, Yaryshkin A, Leshonok O. Distinctive features of the allelofund of various breeds of cattle. Genetics and Breeding of Animal. 2023;2:85-97. (*In Russ.*)]. doi: 10.31043/2410-2733-2023-2-85-97

16. Шукюрова Е.Б., Марзанов Н.С. Мониторинг аллелефонда EAB-локуса групп крови в процессе селекции голштинского крупного рогатого скота // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 6. С. 80-84. [Shukyurova EB, Marzanov NS. Monitoring of the EAB locus of the allele pool of blood groups in the selection process of Holstein cattle. Vestnik of the Russian Agricultural Science. 2021;6:80-84. (*In Russ.*)]. doi: 10.30850/vrsn/2021/6/80-84

References

1. Blokhina AS. Characteristics of the allele pool of black-pied first-calf heifers by microsatellites (Conference proceedings) Innovative methods and technologies for increasing productivity in dairy farming: collection of materials (Barnaul, October 24-25, 2023). Barnaul: Altai State Agrarian University; 2023:6-8.

2. Valitov F, Dolmatova I, Jumagusin I. Genetic structure of cattle breeds of the Republic of Bashkortostan by antigenic erythrocyte factors. Bulletin of Bashkir State Agrarian University. 2019;4(52):74-79. doi: 10.31563/1684-7628-2019-52-4-74-79

3. Kalashnikova LA, Ganchenkova TB, Ryzhova NV et al. Genetic evaluation of Holstein cattle makes use of microsatellite DNA markers. Genetics. 2025;1:55-66. doi: 10.31857/S0016675825010057

4. Koltsov DN, Dmitrieva VI, Bagirov VA et al. Genotypes of the EAF blood group system in cattle breeding for productivity. Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2019;33(10):58-61. doi: 10.24411/0235-2451-2019-11013

5. Gukkina VB. Application of microsatellite DNA markers in determining the reliability of the origin of cattle. (Conference proceedings) Research of young scientists: Proc. LXXII Int. scientific conf. (Kazan, December 2023). Kazan: Young scientist, 2023: 21-25.
6. Dmitrieva VI, Koltsov DN, Gontov ME. Alleles of the EAB locus of blood groups in the breeding of cattle for productivity. Agrarian Reporter of South-East. 2018;1(18):10-13.
7. Dolmatova IYu, Valitov FR. Polymorphism of hormone genes in Bestuzhev breed cows (Conference proceedings) Achievements in genetics, selection and reproduction of farm animals: Proceedings of the International scientific and practical conference, (St. Petersburg - Pushkin, May 29-30, 2019). St. Petersburg - Pushkin: All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals, RAAS, 2019:21-22.
8. Kalashnikov AE, Yaluga VL. Hanges in the occurrence of alleles of the EAB-locus of blood groups in cattle of the Kholmogorsky breed due to Holsteinization. News of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov. 2022;3(37):66-78. doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-66-78.
9. Nikolaev SV. Polymorphism of DNA-microsatellites of Ayrshire cattle of the Komi Republic and the Kirov region. Agrarian Scientific Journal. 2021;9:67-70. doi: 10.28983/asj.v2021i9pp67-70
10. Dunin IM, Novikov AA, Romanenko NI, Ambros'eva ED, Borozdin EK et al. Rules for the genetic examination of cattle breeding material. Moscow: FSRI «Rosinformagrotekh»; 2003: 47 p.
11. Razyapova LF, Kononenko TV, Ganieva IN. Features of the allelofund of Bashkir horses of various populations (Conference proceedings) Conservation and breeding of horses of aboriginal breeds in Eurasia: materials of the International scientific and practical conference (within the framework of the International Festival «Bashkort Aty»), (Ufa, August 15-16, 2024). Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2024:35-40.
12. Gridin VF, Gridina SL, Leshonok OI, Novitskaya KV. Distribution of high- productive cows by alleys occurrence frequency. Legal Regulation in Veterinary Medicine. 2018;4:222-225. doi: 10.17238/issn2072-6023.2018.4.222
13. Naryshkina EN, Semyagin AA, Lashneva IA, Nedashkovsky IS. Selection and genetic parameters of milk production traits in red gorbato cows of different genotypes. Animal Husbandry and Fodder Production. 2025;108(2):60-73. doi: 10.33284/2658-3135-108-2-60
14. Kholodova LV, Novoselova KS. The use of immunogenetics in selection of dairy herd of the Republic of Mari El. News of the Mari State University. Chapter «Agriculture. Economics». 2018;4.3(15):69-77. doi: 10.30914/2411-9687-2018-4-3-69-76
15. Shatalina O, Yaryshkin A, Leshonok O. Distinctive features of the allelofund of various breeds of cattle. Genetics and Breeding of Animal. 2023;2:85-97. doi: 10.31043/2410-2733-2023-2-85-97
16. Shukurova EB, Marzanov NS. Monitoring of the EAB locus of the allele pool of blood groups in the selection process of Holstein cattle. Bulletin of the Russian Agricultural Science. 2021;6:80-84. doi: 10.30850/vrsn/2021/6/80-84

Информация об авторах:

Лейсан Фаилевна Разяпова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных, Башкирский государственный аграрный университет, 450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, д. 34, тел.: 8(347) 252-12-56.

Данил Олегович Смоленцев, студент факультета биотехнологий и ветеринарной медицины, Башкирский государственный аграрный университет, 450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, д.34, тел.:8 (347) 252-12-56.

Information about the authors:

Leysan F Razyapova, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Beekeeping, Private Animal Science and Animal Breeding, Bashkir State Agrarian University, 34 50th Anniversary of October St., Ufa, 450001, tel.: 8 (347) 252-12-56.

Danil O Smolentsev, Student of the Faculty of Biotechnology and Veterinary Medicine, Bashkir State Agrarian University, 34 50th Anniversary of October St., Ufa, 450001, tel.: 8 (347) 252-12-56.

Статья поступила в редакцию 05.06.2025; одобрена после рецензирования 01.08.2025; принята к публикации 15.09.2025.

The article was submitted 05.06.2025; approved after reviewing 01.08.2025; accepted for publication 15.09.2025.