

О. С. Шаталина, А. А. Ярышкин, О. И. Лешонок

Отличительные особенности аллелофонда групп крови различных пород крупного рогатого скота

Аннотация.

Цель: изучение аллелофонда групп крови крупного рогатого скота разных пород.

Материалы и методы. Исследованы 3117 коров голштинизированной черно-пестрой породы, 848 коров симментальской породы, 555 коров герефордской породы и 172 коровы абердин-ангусской породы. Группы крови определены при помощи реакции гемолиза с использованием моноспецифических сывороток – реагентов, суспензии эритроцитов и кроличьего комплемента. Группы крови состоят из аллелей – совокупности антигенов, наследуемых сцеплено. Всего в группах крови крупного рогатого скота выделяют 12 систем. В данном исследовании используется EAB-система, так как в ней имеется наибольшее разнообразие аллелей.

Результаты. Выявлено, что аллелофонд голштинизированной черно-пестрой породы представлен 44 аллелями, симментальской породы – 87 аллелями, герефордской породы – 53 аллелями, абердин-ангусской породы – 38 аллелями. Самыми распространенными аллелями групп крови крупного рогатого скота голштинизированной черно-пестрой породы являются $G_2Y_2E'_1Q'$ и I_2 , симментальской породы – Q' , герефордской породы – b и $Y_1D'I'$, абердин-ангусской породы O_1Q' . Частота встречаемости данных аллелей превышает 6 % и достигает в отдельных случаях 44 %. Следует отметить, что наиболее распространенные аллели пород с течением времени остаются на лидирующих позициях по частоте встречаемости и не сменяются другими аллелями при отсутствии межпородного скрещивания. Также установлено, что в каждой породе есть специфичные, присущие только ей аллели, которые можно назвать маркерами породы. Так, в голштинизированной черно-пестрой породе это аллели $O_1Y_1G'G''$ и $O_3J'_2K'O'$, в симментальской – $D'E'_3G'I'$ и $D'G'I'Q'$, в герефордской – $Y_1D'I'$ и $I_2Y_2G'G''$, в абердин-ангусской – $P_1Y_1E'_3P'_2Q'G''$.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, группа крови, аллель, маркер породы.

Авторы:

Шаталина Ольга Сергеевна – кандидат биологических наук; e-mail: shatalinao@list.ru;

Ярышкин Андрей Александрович – e-mail: 2580x@yandex.ru;

Лешонок Оксана Ивановна – кандидат сельскохозяйственных наук; e-mail: smuuralniishoz@mail.ru.

Уральский федеральный аграрный научно исследовательский центр; 620061, Россия, г. Екатеринбург, пос. Исток, ул. Главная, 21.

Введение. Проведение иммуногенетической экспертизы необходимо для установления достоверности происхождения крупного рогатого скота и накопления данных о его генофонде.

В настоящее время необходимость выполнения иммуногенетической экспертизы достоверности происхождения племенного крупного рогатого скота в России регламентирована приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации об утверждении правил определения видов организации по племенному животноводству от 2 июня 2022 г. № 336.

Применение достижений генетики, в частности иммуногенетики, позволяет вывести животноводство на новый уровень производства необходимого продовольствия [1]. Отбирая селекционный материал, а также сохраняя удачные сочетания, закрепив их в большом количестве потомков, се-

лекционеры получают высокопродуктивных особей крупного рогатого скота. В молочном скотоводстве для выполнения данных задач необходим генетический мониторинг с использованием «маркерных» групп крови [2-3].

Н. С. Марзанов с соавт. [4], изучая генетический полиморфизм групп крови сельскохозяйственных животных, анализирует не только генетическую структуру популяции, но и определяет уровень гетерогенности и характер происходящих в ней изменений в процессе естественного отбора. Тип наследования групп крови, неизменность в период постэмбрионального развития животного, широкое разнообразие антигенных факторов позволяют различать по группе крови каждую особь внутри популяции, породы, вида и делают их удобными маркерами при оценке степени генетического разнообразия и сходства пород.

В своей работе А.А. Новиков, М.С. Семак, А. И. Хрунова [5] разработали методические приемы оценки степени достоверности идентификации животных по показателям различных методов генетического анализа, представили генетические системы групп крови крупного рогатого скота и рассчитали количество генотипов и их возможные комбинации, изучили возможность использования генотипов животных по группам крови десяти генетических систем.

В. И. Дмитриевой с соавт. [6] выявлено, что аллели ЕАВ-локуса являются генетическими маркерами сычевской породы крупного рогатого скота, распространенной в Смоленской области.

И. Ю. Подречневой с соавт. [7] установлены 24 аллеля костромской породы крупного рогатого скота. Наибольшее распространение получил аллель $G_3O_1T_1Y_2E'_3F'_2$.

В айрширской породе крупного рогатого скота наибольшее распространение получили аллели $BYA'E'_3G'P'Q'$, $B_1I_1O_1P_1P'_1F'_2G''$, $B_1I_1P_1A'_1G''$, $B_2G_2O_1G''$, $Y_2A'_2$ [8].

Н. А. Попов, Л. К. Марзанова [9] проводили свои исследования в сельскохозяйственных организациях Московской области на протяжении 20 лет. В исследованных популяциях в племенных заводах Московской области одни из первых рангов по продуктивности занимают коровы с аллелями $B_2O_1Y_2I'$, $I_2D'G'$, $O_2A'_2K'$, B_2O_1B' , B_1I_1 , G_2Y_1D' , $O_4E'_3G'G''$ и некоторыми другими.

А.В. Баранов [10] в своей работе приводит анализ результатов многолетних иммуногенетических исследований за 1970-2014 годы. В ведущих племенных стадах зоны разведения костромской породы крупного рогатого скота выделили 30 аллелей групп крови по ЕАВ — локусу, наибольшее распространение получили $B_2G_3QT_2A'_2P'$, $I_2G'G''$, $G_3O_1T_2E'_3F'_2$.

М. Е. Гонтов [11], проведя в Смоленской области на буром швицком скоте анализ генетической структуры первотелок, показал, что 64 % из них унаследовали гены, характерные для бурой швицкой породы американской селекции, 32 % унаследовали гены животных отечественной селекции, 4 % джерсейской породы. Высокое распространение получили маркеры $G_3O_3T_3Y_2E'_3F'_2$, $B_2O_3Y_2A'_2E'_3G'P'Q'Y'$, $B_1P_1Y_2G'Y'$, $I_2Y_2E'_3G'G''$, доля у первотелок составляет 48 %.

С. В. Николаев [12] выявил наиболее распространенный аллель крупного рогатого скота холмогорской породы — $G_2Y_2E'_1Q'$, который присутствует у 27,1 % животных.

М. П. Дубовской с соавт. [13] изучен аллелофонд групп крови крупного рогатого скота герефордской породы. Установлено, что частота встречаемости аллеля G_3 составила 0,065, Y_2 — 0,047. Наиболее распространенными аллелями данной породы являются b — 0,183 $Y_2I'Q'$ — 0,083.

Исследователями выявлена высокая концентрация антигенов групп крови черно-пестрой породы: в системе В- G_2 — 63,54 %, Y_2 — 63,54 %, Q' — 63,54 %, в системе С — X_2 — 63,54 %, в системе S-Н' — 79,29 %, в системе F-V-F — 84,38 % [14]. Аналогичные данные получены Ф.Р. Валитовым с соавт. [15] на крупном рогатом скоте Республики Башкортостан.

Е. Ю. Немцевой, А. Ю. Лаврентьевым [16] также изучен антигенный состав групп крови черно-пестрой породы крупного рогатого скота. Выявлено, что основными антигенами ЕАВ-системы являются B_1 , G_2 , Y_2 , A'_1 , A'_2 , D' , E'_2 , Q' , G'' .

Е. Б. Шукюровой [17] установлено, что основным аллелем ЕАВ-локуса групп крови черно-пестрого скота является $G_2Y_2E'_3Q'$.

Таким образом, в исследованиях отечественных и зарубежных авторов убедительно доказано, что постоянное пополнение информационной базы аллелофонда групп крови крупного рогатого скота является одной из актуальных задач современной животноводческой науки.

Цель исследований — изучение аллелофонда крупного рогатого скота голштинизированной черно-пестрой, симментальской, герефордской и абердин-ангусской пород на территории Уральского региона.

Материалы и методы. Исследования проведены в отделе животноводства и генетических исследований Уральского НИИСХ — филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Для проведения исследований взяты образцы крови следующих групп коров: голштинизированного скота № 1 ($n=1861$), голштинизированного скота № 2, ($n=1256$), симментальского скота ($n=848$), герефордского скота № 1 ($n=418$), герефордского скота № 2 ($n=137$) и абердин-ангусского скота ($n=172$). У животных определены группы крови и достоверность происхождения. Определение групп крови крупного рогатого скота выполнено согласно методике П. Ф. Сорокового [18] с 46 реагентами из 9 генетических систем.

Аллели групп крови, а также достоверность происхождения животных определены семейно-генетическим анализом по гемолитическим тестам родителей и потомков соответственно зако-

Таблица 1. Динамика аллелофонда групп крови коров популяции голштинизированного скота № 1, % (n=1861)

Год/аллель	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
b	2,2	1,3	-	0,5	0,6	0,3	0,8	0,2	-	11
B ₁ G ₂ KA'₁	0,4	1,3	2,2	0,2	0,5	0,3	0,2	0,2	-	-
B ₁ G ₂ KO ₄ E'₃F'₂G'O'	0,4	0,6	0,5	0,2	0,8	0,1	0,2	-	-	-
B ₁ G ₂ KO ₄ Y ₂ A'₂O'	2,6	0,6	3,9	1,5	-	-	0,2	0,4	0,9	0,8
B ₁ I₁	0,9	0,9	-	0,5	0,2	0,3	4,1	0,7	-	-
B ₁ O ₃ Y ₂ A'₂E'₃G'P'₂Q'G''	1,3	-	1,6	0,2	0,7	0,4	0,2	0,4	0,9	-
B ₁ Q'	0,9	-	-	-	0,2	-	-	0,2	-	-
B ₂ O₁	-	-	1,1	1	1,2	1	5	4,9	2,8	-
B ₂ O₁B'	15,3	6,4	16,6	6,4	13,4	10,7	15,3	12,4	11,1	9,3
B ₂ O₁Y₂	-	0,6	-	-	0,1	-	-	0,2	-	-
B ₂ O₁Y₂D'	-	-	0,5	-	-	-	0,2	-	-	-
B ₂ QT ₂ G'K'P'₂B''	0,4	-	-	-	0,2	-	-	0,2	-	-
D'E'₃F'₂G'O'	7	11,6	2,7	5,8	10,7	3,7	8	5,1	1,8	5,9
E'₁	0,4	1,9	0,5	0,5	1,8	0,4	2,4	3,3	0,9	-
E'₃	-	1,3	-	-	0,2	-	-	-	-	-
E'₃F'₂G'O'G''	2,6	3,8	5,5	12,2	2,4	4,4	1,5	3	-	0,8
E'₃G''	0,4	0,6	-	1,5	0,1	0,2	0,4	0,2	2,8	-
E'₃G'G''	-	-	0,5	0,5	0,2	0,4	0,6	0,2	10,2	-
E'₃G'Q'	4,8	6,4	3,3	2	2,9	2,2	2,4	2,1	0,9	-
G''	4,4	3,2	2,8	4,6	2,3	1,6	1,7	0,9	0,9	0,8
G'G''	-	-	1,1	0,2	0,5	-	0,2	0,9	-	-
G₁I₁	0,9	1,3	1,1	-	1,4	0,2	0,4	3	-	-
G₂A'₁E'₃F'₂Q'	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G₂O₁Y₂	0,4	-	-	-	-	-	-	0,2	6,5	-
G₂Y₁D'	-	-	-	0,5	0,1	0,1	-	0,2	-	-
G₂Y₂E'₁Q'	16,2	19,3	18,4	20,7	21	32,5	23,6	19,9	18,6	35,9
I₁	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
I₂	17,6	19,3	27	27	25,7	19,8	15,5	16	22,4	15,3
O₁	-	0,6	0,5	-	-	-	-	-	-	-
O₁A'₁	0,9	1,3	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-
O₁D'G'Q'	2,6	2,5	1,6	2,3	1,6	3,6	1,7	0,9	0,9	4,2
O₁Y₁E'₃G'G''	0,4	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
O₁Y₁G'G''	1,3	1,3	-	2,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,9	5,9
O₂A'₂J'₁K'O'	0,9	0,6	-	0,2	0,1	0,3	0,2	0,4	-	1,7
O₃J'₂K'O'	1,3	0,6	2,2	1,3	1,9	1,3	0,4	0,7	-	-
Q'	7	3,8	1,6	2,5	3	5,4	6,3	8,7	8,3	1,7
Y₁A'₁B'Y'	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	0,9	-
Y₁D'E'₁F'₂O'	0,4	-	1	0,5	-	-	0,2	-	-	0,8
Y₁G'G''	0,9	1,9	0,5	0,7	0,1	0,6	0,6	3,7	-	-
Y₂A'₁	4,8	6,4	2,8	3,3	4,9	9,1	7,1	10,1	6,5	5,9
Y₂A'₁E'₃Q'	-	-	0,5	0,2	-	-	-	-	-	-
Y₂E'₃G'G''	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	-
Y₂Q'	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
Y₂Y'	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-

номерностям иммуногенетики. Исследования выполнены с использованием ЕАВ-системы групп крови, как наиболее информативной и широко применяемой в отечественной практике. Частота встречаемости каждого аллеля в генетической структуре стад рассчитана по формуле:

$P_1 = B_1 / 2n$; где P_1 — частота данного аллеля,

B_1 — общее число данного аллеля в исследуемой популяции,

n — число животных.

Также изучена динамика частот аллелей с учетом года рождения коров.

Установлены аллели-маркеры пород и редко встречающиеся аллели.

Результаты. В 2022 году был исследован аллелофонд групп крови 1861 коровы из популяции голштинизированного скота № 1. Результаты представлены в таблице 1.

Аллелофонд групп крови данных животных представлен 44 аллелями. Наиболее распространенными аллелями являются $G_2Y_2E'_1Q'$ (16,2-35,9 %), I_2 (15,3-27,0 %) и B_2O_1B' (6,4-16,6 %). Частота встречаемости аллеля $D'E'_3F'_2G'O'$ достигает в отдельных случаях 10,7 и 11,6 %. Редко встречаются аллели $B_1G_2KA'_1$, $B_1G_2KO_4E'_3F'_2G'O'$, $B_1O_3Y_2A'_2E'_3G'P'_2Q'G''$, G_1I_1 , $G'G''$, $O_2A'_2J'_1K'O'$, $O_3J'_2K'O'$. Их частота встречаемости не превышает 3 %. Аллели $Y_1A'_1B'Y'$, $Y_2A'_1E'_3Q'$, $Y_2E'_3G'G''$, Y_2Q' и Y_2Y' встречаются только у животных некоторых периодов рождения, и их частота не превышает 1 %. Также отмечали, что тенденции к сокращению количества аллелей у коров с 2010 по 2019 год рождения не наблюдается, а небольшое количество аллелей у коров 2018-19 годов рождения обусловлено малым размером выборки животных.

Из данных таблицы 2 следует, что аллелофонд коров этой популяции представлен 40 аллелями. Всего в черно-пестрой породе присутствует 182 аллеля групп крови коров. Лидирующее положение по частоте встречаемости занимают аллели $G_2Y_2E'_1Q'$ (16,5-31,9 %), и I_2 (6,2-31,7 %). Также высокой частоты встречаемости достигали аллели B_2O_1B' у коров 2013 года рождения — 15,8 %, $D'E'_3F'_2G'O'$ у коров 2011 года рождения — 16,5 % и Q' у коров 2015 года рождения. Низкую встречаемость имеют аллели b , $B_1G_2KA'_1$, $E'_3G'Q'$ и $O_3J'_2K'O'$. Аллели A'_1 , A'_1Q' , $B_1G_2KA'_1E'_3G'G''$, $E'_3G'G''$, $G_2A'_1E'_3F'_2Q'$, $O_1E'_3G'$ и $Y_1G'G''$ встречаются только у животных определенных годов рождения. Выявлено незначительное увеличение количества аллелей в аллелофонде с 21 (2011 год)

до 30 (2016 год), что может быть обусловлено большим количеством используемых быков-производителей для осеменения коров. Также следует отметить, что лидирующие аллели последних лет — $G_2Y_2E'_1Q'$ и I_2 ранее не встречались в черно-пестрой породе, и их появление связано с прилитием голштинской крови черно-пестрому скоту.

Аллелофонд животных симментальской породы представлен 176 аллелями, в данной выборке присутствуют 87 аллелей, что указывает на значительное антигенное разнообразие групп крови животных. Лидирующее положение занимает аллель Q' (4,7-36,0 %). Также отмечены высокие показатели частоты встречаемости аллелей: A'_1B' у животных 2015 года рождения, B_2O_1B' у животных 2016 года рождения, $G_3T_1A'_2B'E'_3F'_2K'$ у животных 2010 года рождения, O_1Q' у животных 2011 года рождения и $Y_1G'G''$ у животных 2016 года рождения. Редкими в данной популяции являются аллели A'_1 , A'_1O' , $B_2G_2KT_2E'_1G'K'O'B''$, B_1I_1 , $D'G'I'Q'$, $E'_3F'_2G'O'G''$, $G_1A'_1$, $G_2Y_2E'_1Q'$, $G_2T_2Y_2A'_1B'D'G'Y'B''$, $I_1Y_2E'_3I'$, O_4O' и $Y_2E'_3I'$. Их частота встречаемости не превышает 3 %. Также выявлены аллели, имеющиеся только у коров определенных годов рождения: B_1G_1Q , $B_1B'G'$, $B_1B'G'$, $B'F'_2O'$, $B_1O_3Y_2A'_2E'_3G'P'_2Q'G''$, $B_2O_1Y_2D'$, $D'E'_3G'I'$, $E'_1I'Q'G''$, G_2 , G' , $I_1O_1A'_1E'_3$, $O'Q'$ и $O_4Y_2A'_1$. Изменения количества аллелей от 27 до 49 у коров разных периодов рождения обусловлено различным количеством животных в выборках. Ранее, по данным Н. А. Попова, Г. В. Ескина [19], самым распространенным аллелем симментальской породы был аллель $B_1G_3O_1T_1'2E'_3F'_2K'$, который не встречается в данной выборке животных. Его частота встречаемости составляла 29,2 %. Обнаруженные нами изменения частоты встречаемости аллелей могут быть обусловлены временной динамикой аллелофонда и сменой быков-производителей, используемых для осеменения.

Аллелофонд коров популяции герефордской породы № 1 представлен 53 аллелями. Всего в герефордской породе насчитывается 60 аллелей. Наибольшее распространение получили аллели: $Y_1D'I'$ (16,6 — 35,7 %) и b (10,7-28,6 %). Следует отметить, что данные аллели появились в герефордской породе очень давно. Также отмечены высокие значения частоты встречаемости аллеля Q' у коров 2013 и 2015 года рождения. У коров 2019 года рождения часто встречались аллели O_1I' , I' , $E'_3F'_2$. Аллели $A'_1B'B''$, A'_2I' , $B_1E'_3B''$, B_2QT_2 ,

Таблица 2. Динамика аллелофонда групп крови коров популяции
голландизированного скота № 2, % (n=1256)

Год/аллель	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
A' ₁	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
A' ₁ Q'	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-
b	-	-	0,6	0,5	-	-	0,4	1,2	-	0,2
B ₁ G ₂ KA' ₁	-	1,2	0,6	0,2	1,1	1	1,6	-	0,3	0,7
B ₁ G ₂ KA' ₁ E' ₃ G'G''	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
B ₁ G ₂ KO ₄ Y ₂ A' ₂ O'	4	-	-	0,8	-	-	1,1	0,4	0,3	0,5
B ₁ I ₁	-	-	-	-	-	1	1,8	-	1,3	0,7
B ₁ O ₃ Y ₂ A' ₂ E' ₃ G'P' ₂ Q'G''	-	1,2	-	0,5	-	-	-	0,8	-	0,2
B ₁ Q'	6	-	0,6	0,5	0,7	1	0,5	0,4	1,3	0,2
B ₂ O ₁	4	2,5	-	-	2,3	-	0,6	0,4	0,3	0,2
B ₂ O ₁ B'	22	6,2	5,3	15,8	10	7,1	5,5	3,3	3,7	3
B ₂ O ₁ Y ₂	-	1,2	-	-	-	-	3,3	-	1,3	1,2
B ₂ O ₁ Y ₂ D'	2	3,7	1,8	1,8	1,1	1	0,5	0,8	0,3	-
D'E' ₃ F' ₂ G'O'	8	16,5	3	5,2	5,7	5,1	5,5	5	4,3	5,8
E' ₁	-	-	0,6	4,6	9,6	3	2	3,3	6	2,5
E' ₃	-	-	-	-	-	-	-	0,4	1	0,5
E' ₃ F' ₂ G'O'G''	-	6,2	3	1	4,2	3	1,6	-	1,7	0,7
E' ₃ G''	2	-	0,5	0,2	-	-	-	-	3	3
E' ₃ G'G''	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-
E' ₃ G'Q'	-	1,2	-	-	0,7	-	1,1	0,8	0,7	0,5
G''	8	3,7	4,1	2,6	3,1	2	1,3	1,2	2,3	0,2
G'G''	-	-	1,8	-	0,4	-	0,2	-	-	-
G ₁ I ₁	-	3,7	1,2	1,5	1,5	-	-	0,4	0,3	1
G ₂ A' ₁ E' ₃ F' ₂ Q'	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
G ₂ O ₁ Y ₂	-	2,5	4,1	1	0,7	-	1,6	0,4	0,3	0,7
G ₂ Y ₂ E' ₁ Q'	18	16,5	28	17,6	18,7	30,8	25	27,7	21,5	31,9
I ₂	16	6,2	20,3	28,4	31,7	10,5	21,4	25,1	18,1	15
O ₁ A' ₁	4	10	16,1	8,3	3,1	1	3,5	2,9	2,3	1,8
O ₁ D'G'Q'	-	2,5	-	0,2	0,4	1	0,2	1,7	0,3	5,1
O ₁ E' ₃ G'	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
O ₁ Y ₁ E' ₃ G'G''	-	-	-	0,2	0,4	-	0,2	0,8	-	0,2
O ₁ Y ₁ G'G''	-	3,7	3,6	3,1	-	1	5,5	9,2	3	3
O ₂ A' ₂ J' ₁ K'O'	-	-	-	-	0,4	7,1	1,6	1,7	2,7	1
O ₃ J' ₂ K'O'	2	2,5	1,2	1,3	0,4	-	0,7	-	-	0,2
O ₄ Y ₂ D'E' ₁ F' ₂ O'	-	-	-	-	-	-	0,2	9,2	0,3	-
Q'	2	5,1	1,8	3,1	3,1	18,3	6,5	-	9,4	10,9
Y ₁ D'E' ₁ F' ₂ O'	-	1,2	0,6	0,2	-	-	0,2	-	-	-
Y ₁ G'G''	2	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-
Y ₂ A' ₁	-	2,5	1,2	0,8	0,7	5,1	5,5	2,1	6,7	2,5
Y ₂ E' ₃ G'G''	-	-	-	-	-	-	-	0,8	7	6,6

Таблица 3. Динамика аллелофонда групп крови коров популяции симментальского скота, % (n=848)

Год/аллель	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
A ₁ '	-	1	-	0,5	-	-	-	0,4	-	-
A ₁ B'	1	3	4,1	11,1	15	16,7	4,1	6,8	14,4	13,2
A ₁ E ₃ G'G''	-	-	-	0,5	-	0,9	-	-	-	-
A ₁ I'	-	-	-	-	-	-	0,4	0,4	-	-
A ₁ O'	1	-	-	0,5	-	0,5	-	0,4	0,5	-
b	3,2	1	-	0,5	1,5	0,5	-	-	0,5	-
B ₁ B'G'	-	-	-	-	1,5	-	-	-	-	-
B ₁ G ₁ Q	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
B ₁ G ₂ KA ₁ '	1	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-
B ₁ G ₂ KO ₄ E ₁ 'F ₂ G'O'G''	2,1	-	2,6	2,7	0,7	3,3	9	1,9	2,1	1,5
B ₁ G ₂ KO ₄ E ₃ G'O'G''	-	1	-	-	0,7	-	-	-	-	1,5
B ₁ G ₂ KO ₄ O'	-	2	1	1,6	3,7	1,9	0,4	0,8	7	13,2
B ₁ G ₂ O ₁	-	2	0,5	1,6	10	10	1,9	2,3	3,7	11,8
B ₁ I ₁	1	-	0,5	0,5	0,7	0,5	0,7	1,5	1,1	-
B ₁ I ₁ Q	6,4	5	5,7	1,1	2,9	0,9	3,4	1,1	3,7	5,9
B ₁ O ₁ P ₁ QA ₂ B'E ₃ F ₂ K'	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
B ₁ O ₃ Y ₂ A ₂ E ₃ G'P ₂ Q'G''	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
B ₂	-	-	-	1,1	-	-	0,4	0,4	-	-
B ₂ G ₂ KT ₂ E ₁ G'K'O'B''	-	-	0,5	0,5	1,5	-	0,4	-	0,5	-
B ₂ I ₁ A ₁ K'P ₂ Q'	-	-	-	0,5	-	-	-	0,4	-	1,5
B ₂ O ₁	-	-	-	-	0,7	0,9	-	-	0,5	-
B ₂ O ₁ B'	-	1	-	1,1	1,5	7,6	19,2	3,1	3,7	4
B ₂ O ₁ D''	-	-	-	-	-	0,5	-	0,4	-	1,5
B ₂ O ₁ Q'	-	-	-	-	-	0,5	-	-	0,5	-
B ₂ O ₁ Y ₂ D'	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-
B'F ₂ O'	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
D'E ₃ F ₂ G'O'	-	-	-	-	-	-	-	-	7	6
D'E ₃ G'I'	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
D'G'I'Q'	-	2	0,5	0,5	1,5	0,9	-	0,4	-	-
E ₁ I'Q'G''	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
E ₃ F ₂ G'O'G''	-	-	1	-	1,5	1,4	0,4	1,1	0,5	-
E ₃ F ₂ I'	-	-	-	-	0,7	0,9	0,4	-	-	-
E ₃ F ₂ O'	-	-	-	-	-	0,5	-	-	0,5	-
E ₃ G''	-	2	1,5	2,2	3,7	1,9	0,7	11	5,4	2,9
E ₃ G'I'G''	1	2	6,2	-	0,7	1,4	4,1	0,8	0,5	1,5
E ₃ G'Q'	5,3	-	-	0,5	-	3,8	-	-	1,1	-
E ₄ I'	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	0,5	-
G ₁ A ₁ '	1	-	1	1,6	2,2	5,2	2,2	0,8	0,5	1,5
G ₂ T ₂ Y ₂ A ₁ B'D'G'Y'B''	1	-	2	1,1	0,5	0,9	0,4	0,4	0,5	1,5
G ₂ Y ₁ D'	-	-	1	-	-	-	-	0,8	-	-
G ₂ Y ₂ E ₁ Q'	-	1	0,5	-	1,5	0,9	0,7	0,4	1,1	-
G ₃ O ₁ T ₂ A ₂ E ₃ F ₂ I'K'	6,4	3	9,8	10,9	2,2	1,4	2,2	1,5	0,5	1,5
G ₃ T ₁ A ₂ B'E ₃ F ₂ K'	18	8	1,5	0,5	1,5	1,8	1,9	0,8	-	-
G ₃ T ₁ B'P ₁	-	-	-	-	-	-	1,1	0,4	-	-
G ₃ T ₁ O'	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	1,5
G'	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
G'G''	1	-	1,5	3,8	2,2	2,8	0,4	0,4	0,5	-
G'I'G''	2,1	2	9,3	7	-	-	1,9	1,9	1,1	-

Продолжение таблицы 3.

Год/аллель	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
I ₁ O ₁ A' ₁ E' ₃	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I ₁ Y ₂ E' ₃ I'	2,1	2	1,5	0,5	2,2	-	1,5	0,4	1,1	-
I ₂	3,2	1	0,5	1,1	-	0,9	0,4	-	-	-
I ₂ Y ₂ A' ₁	-	1	0,5	-	0,7	-	0,4	-	-	-
I'	5,3	-	3,6	1,6	-	-	-	0,4	-	-
I'Q'	3,2	12	11,3	6,6	6,6	3,8	1,5	3,1	9,1	8,8
O ₁	-	2	-	-	1,5	-	-	-	-	-
O ₁ A' ₁	-	1	2,6	4,4	-	0,9	0,4	0,4	-	-
O ₁ I'	-	-	1,5	-	0,7	0,5	-	0,4	0,5	-
O ₁ I''	-	-	-	-	0,7	-	-	-	0,5	1,5
O ₁ I'Q'	1	-	-	-	2,2	0,5	1,1	1,5	-	-
O ₁ Q'	4,2	18	10,8	13,5	2,9	4,7	2,6	4,2	4,3	1,5
O ₂ A' ₁ G'	-	-	-	-	-	0,5	-	0,4	-	-
O ₂ F' ₂ J' ₁ Q'	-	-	-	0,5	0,7	-	-	-	-	-
O ₄ D'E' ₃ F' ₂ G'O'	-	1	-	-	-	0,5	0,4	-	-	-
O ₄ E' ₃ G''	-	-	-	-	-	-	0,7	0,4	-	-
O ₄ O'	1	1	0,5	1,1	0,7	0,5	0,7	1,5	-	-
O ₄ QA' ₁ O'	1	-	-	0,5	0,7	-	-	-	-	-
O ₄ Y ₂ A' ₁	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-
O'Q'	1	-	0,5	0,5	-	-	0,4	-	-	-
Q'	23,4	20	10	11,5	12,7	4,7	7,5	36	12,7	11,8
Q''	-	-	1	-	-	-	-	0,8	0,5	1,5
Y ₁ E' ₃ G'Y'G''	-	-	-	0,5	-	-	0,4	0,8	1,1	-
Y ₁ G'G''	2,1	2	1	1,6	1,5	7,1	20,2	5,5	2,7	2,9
Y ₂	-	-	-	-	0,7	-	-	0,4	-	-
Y ₂ A' ₁ B'I'	-	-	-	-	0,7	-	-	0,4	-	-
Y ₂ A' ₁ D'E' ₁	-	-	1	1,1	2,9	0,5	0,7	-	-	-
Y ₂ D'G'I'Q'	-	-	-	-	-	0,5	0,4	0,4	-	-
Y ₂ E' ₁ I'Q'	-	-	-	-	-	1,4	-	-	0,5	1,5
Y ₂ E' ₃ G'I'G''	-	-	1	-	-	0,5	0,4	0,4	0,5	-
Y ₂ E' ₃ I'	-	1	-	-	0,7	0,5	0,7	0,8	-	-
Y ₂ Q'	-	-	-	0,5	0,7	-	0,4	0,8	-	-
Y ₂ Y'	-	-	0,5	-	0,7	-	-	-	-	-

B₁G₂KO₄Y₂A'₂E'₃G'G'', E'₃F'₂G'O'G'', E'₃G'Q', G₂Y₂E'₁Q', G₃P₁QT₁B'E'₁, I₂Y₂G'G'', I₂Y₂Y', I₂I'Q'B'', I'Q', O₁P'₁, QY₁I', Q''Q', Y₂D'I' и Y₂G'G'' встречаются только у животных определенного года рождения. Снижение количества аллелей у животных 2019 года рождения обусловлено малой выборкой коров.

Аллелофонд групп крови коров данной популяции представлен 32 аллелями. Лидирующее положение занимают аллели b (20,0-32,4 %) и Y₁D'₁ (26,0-41,0%). Также отмечены высокие показатели частоты встречаемости аллелей: Q' у коров, рожденных в 2014 году, и I' у коров, рожденных в 2015 году. Остальные аллели являются редкими или встречаются только у животных определенного года рождения. Меньшее

количество аллелей у коров 2011-12 гг. обусловлено малым объемом выборки животных.

В таблице 6 представлен аллелофонд абердин-ангусской породы крупного рогатого скота.

Аллелофонд коров абердин-ангусской породы представлен 38 аллелями. Наибольшую распространенность получил аллель O₁Q'. Также наблюдаются высокие показатели частот встречаемости аллелей B₁O₃Y₂A'₂E'₃G'P'₂Q'G'' у коров 2017 года рождения, G₂Y₂E'₁Q' у коров 2019 года рождения, O₁ у коров 2010 и 2019 года рождения. Остальные аллели встречаются редко или только у животных определенного года рождения, что связано с интенсивным использованием в эти годы определенных быков для осеменения. Различия в количествах алле-

Таблица 4. Динамика аллелофонда групп крови коров популяции
герефордского скота № 1 (n=418)

Год/аллель	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2019
A ₁ '	6,3	4,7	5	7,1	1,7	8,3	-
A ₁ B'B''	1,3	-	-	-	-	-	-
A ₂ I'	0,4	-	-	-	-	-	-
b	10,7	23,1	23,3	28,6	24,6	12,5	-
B ₁ E ₃ B''	0,7	-	-	-	-	-	-
B ₁ G ₂ KO ₄ O'	1,8	1,2	-	-	1,7	-	-
B ₁ G ₂ KO ₄ Y ₂ A ₂ E ₃ G'G''	-	-	-	-	1,7	-	-
B ₁ G ₂ KO ₄ Y ₂ A ₂ O'	1,6	4,7	0,8	-	-	-	-
B ₁ G ₂ O ₁ Y ₂	3,1	3,6	-	-	1,7	8,3	-
B ₁ O ₃ A ₁ I'P ₂ Q'	-	-	-	7,1	-	-	-
B ₁ O ₃ Y ₂ A ₂ E ₃ G'P ₂ Q'G''	1,1	-	0,8	-	-	-	-
B ₁ QG'P ₂ Q'G''	0,7	1,2	-	-	0,9	-	-
B ₁ Y ₂ P ₁ Y'	0,4	1,2	-	-	-	-	-
B ₂ G ₂ KO ₄ E ₁ F ₂ O'	-	1,2	-	-	0,9	-	-
B ₂ I ₂	0,4	-	0,8	-	-	-	-
B ₂ QT ₂	-	-	0,8	-	-	-	-
E ₁ G'G''	0,4	-	-	-	0,9	4,1	5,5
E ₃ F ₂	-	-	2,5	-	1,7	8,3	11,1
E ₃ F ₂ G'O'G''	-	-	-	-	-	4,1	-
E ₃ F ₂ I'O'	-	-	1,7	-	0,9	-	-
E ₃ F ₂ O'	1,8	1,2	-	-	-	-	-
E ₃ G'G''	0,4	1,2	-	-	-	4,1	-
E ₃ G'Q'	-	-	-	-	-	8,3	-
E ₃ K'	1,5	1,2	-	-	-	-	-
G ₁ T ₂ Q'B''	2	3,6	1,7	-	-	-	-
G ₂ A ₁ E ₃ F ₂ Q'	3,8	1,2	2,5	-	1,7	-	-
G ₂ O ₄ E ₃ F ₂ O'	-	2,4	0,8	-	0,9	-	-
G ₂ Y ₂ E ₁ Q'	0,2	-	-	-	-	-	-
G ₃ O ₁ T ₁ A ₂ E ₃ F ₂ K'	0,2	-	-	-	0,9	-	-
G ₃ P ₁ QT ₁ B'E ₁	-	-	-	-	0,9	-	-
G ₃ T ₁ Y ₂ B'	0,2	-	2,5	-	-	-	-
I ₂	1,3	1,2	1,7	-	3,5	-	-
I ₂ I'Q'B''	-	-	0,8	-	-	-	-
I ₂ Y ₂ G'G''	0,9	-	-	-	-	-	-
I ₂ Y ₂ Y'	0,2	-	-	-	-	-	-
I'	6	2,4	7,5	-	3,5	-	16,8
I'Q'	-	-	0,8	-	-	-	-
O ₁ I'	0,2	-	2,5	-	0,9	-	11,1
O ₁ P ₁	1,1	-	-	-	-	-	-
O ₁ Q'	4,2	4,7	4,2	-	0,9	-	-
O ₄ E ₃ G''	1,8	1,2	-	-	1,7	-	-
QQ'	1,3	2,4	1,7	-	3,5	4,1	-
QY ₁ I'	0,2	-	-	-	-	-	-
Q'	5,5	7,1	2,5	14,4	7	16,9	5,5
Q''Q'	-	-	-	-	-	-	5,5
Y ₁ A ₁	0,9	1,2	2,5	-	2,6	-	5,5
Y ₁ D'	10,7	3,6	7,5	7,1	0,9	-	-
Y ₁ D'I'	16,6	20,9	19,3	35,7	27,4	16,9	33,5
Y ₁ I'	2,9	-	2,5	-	6,1	-	5,5

Продолжение таблицы 4.

Год/аллель	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2019
Y ₁ Y'	1,3	1,2	-	-	-	-	-
Y ₂	5,5	2,4	2,5	-	0,9	4,1	-
Y ₂ D'I'	0,4	-	-	-	-	-	-
Y ₂ G'G''	-	-	0,8	-	-	-	-

лей у коров разных годов рождения можно объяснить малым объемом выборок животных.

Заключение. Аллелофонд голштинизированной черно-пестрой породы представлен 44 аллелями. Самыми распространенными аллелями групп крови крупного рогатого скота голштинизированной черно-пестрой породы являются G₂Y₂E'₁Q' и I₂. Их частота встречаемости варьирует от 6,2 до 35,9 %. Аллелофонд коров сим-

ментальной породы представлен 87 аллелями. Самым распространенным аллелем является Q' (4,7-36,0 %). Аллелофонд герефордской породы представлен 53 аллелями. Самыми распространенными являются аллели b и Y₁D'I'. Их частота встречаемости составляет 10,7-41,0 %. Аллелофонд абердин-ангусской породы представлен 38 аллелями. Наибольшую распространенность получил аллель O₁Q' (8,3-44,4 %).

Таблица 5. Динамика аллелофонда групп крови коров популяции герефордского скота № 2, % (n=137)

Год/аллель	2011	2012	2013	2014	2015
A' ₁	5,9	-	10,3	2	2
A' ₁ B'B''	-	-	-	1	-
A' ₂ I'	-	5	-	-	-
b	32,4	25	22,8	20	26
B ₁ E' ₃ B''	-	-	-	1	-
B ₁ G ₂ KO ₄ Y ₂ A' ₂ E' ₁ O'	-	-	1,5	-	-
B ₁ G ₂ KO ₄ Y ₂ A' ₂ O'	5,9	5	1,5	2	4
B ₁ O ₃ A' ₁ I'P' ₂ Q'	-	-	1,5	-	-
B ₁ O ₃ Y ₂ A' ₂ E' ₃ G'P' ₂ Q'G''	-	-	1,5	-	2
E' ₃ F' ₂ O'	-	5	4,4	-	4
E' ₃ G''	2,9	-	-	-	-
G ₂ A' ₁ E' ₃ F' ₂ Q'	-	-	-	2	4
G ₂ O ₄ E' ₃ F' ₂ O'	-	-	-	1	-
G ₃ O ₁ T ₁ A' ₂ E' ₃ F' ₂ I'K'O'	2,9	-	1,5	3	-
I ₂	-	-	2,9	1	-
I'	5,9	10	1,5	7	14
I'Q'	-	-	-	-	2
O ₁ A' ₁	-	-	1,5	-	-
O ₁ P' ₁	-	5	-	-	-
O ₁ Q'	2,9	5	1,5	1	2
O ₄ E' ₃ G''	-	-	5,9	-	-
QA' ₁	2,9	-	-	1	-
QQ'	-	5	1,5	2	-
Q'	-	-	1,5	11	4
Q''Q'	-	5	-	-	-
Y ₁	-	-	-	2	-
Y ₁ A' ₁	-	-	1,5	-	2
Y ₁ D'I'	32,4	30	28,4	41	26
Y ₁ I'	5,9	-	5,9	-	2
Y ₂	-	-	-	1	4
Y ₂ D'G'I'Q'	-	-	-	1	-
Y ₂ D'I'	-	-	2,9	-	2

Исследования выполнены в рамках государственного задания по теме: «Изучить селекционно-генетические характеристики крупного рогатого скота Уральского региона с использованием биотехнологических методов в целях соз-

дания новых селекционных форм животных, обладающих высоким генетическим потенциалом молочной продуктивности, качества молока и продолжительности хозяйственного использования».

Таблица 6. Динамика аллелофонда групп крови коров популяции абердин-ангусского скота, % (n=172)

Год/аллель	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
A ₁ '	1,5	-	-	-	5	-	-	-	-
A ₁ Q'	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
B ₁ G ₂ KA' ₁ E' ₃ G'G''	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
B ₁ G ₂ KO ₄ Y ₂ A' ₂ O'	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
B ₁ O ₃ Y ₂ A' ₂ E' ₃ G'P' ₂ Q'G''	1,5	6,8	3,1	5,9	5	10	15	-	5,7
B ₂ O ₁	17,7	6,8	9,4	2,9	5	10	-	8,3	5,7
B ₂ O ₁ B'	-	-	3,1	-	-	-	5	-	-
B ₂ O ₁ Y ₂ D'	4,3	6,8	9,4	-	10	-	-	8,3	2,3
B'Q'	-	4,5	-	-	-	-	-	-	-
E' ₁	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
E' ₃ F' ₂ G'O'G''	-	4,5	3,1	2,9	-	-	-	8,3	1,1
E' ₃ F' ₂ Q'	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-
E' ₃ G'G''	-	2,3	-	-	-	-	-	-	-
E' ₃ G'Q'	-	2,3	3,1	-	-	-	-	-	-
G ₁ O ₁ Y ₂	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
G ₂ Y ₂ E' ₁ Q'	8,8	6,8	3,1	8,8	5	-	5	-	28,5
I ₂	2,9	-	3,1	-	-	-	-	-	-
I'	-	2,3	-	2,9	-	-	10	-	2,3
I'Q'	2,9	2,3	-	-	-	5	-	8,3	1,1
O ₁	25	4,5	9,4	8,8	10	5	5	-	17
O ₁ A' ₁	-	-	3,1	-	-	-	-	-	-
O ₁ E' ₃ G'	1,5	2,3	-	2,9	-	5	5	-	2,3
O ₁ I'	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
O ₁ I'Q'	2,9	-	-	-	5	-	5	-	-
O ₁ Q'	-	29,5	40,8	44,4	25	25	30	8,3	19,4
O ₁ Y ₂	-	2,3	-	-	-	-	-	-	-
O ₂ A' ₂ J' ₁ K'O'	-	-	-	2,9	-	-	-	-	-
O ₄ O'	4,4	4,5	-	-	-	-	-	-	1,1
P ₁ E' ₁	1,5	-	-	-	-	-	10	-	1,1
P ₁ Y ₁ E' ₃ P' ₂ Q'G''	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-
Q'	7,3	2,3	3,1	2,9	-	5	10	8,3	-
Y ₁	-	2,3	-	-	-	-	-	-	-
Y ₁ A' ₁ Y'	-	2,3	-	-	-	-	-	-	1,1
Y ₁ G'G''	-	-	-	-	-	-	-	25,1	4,5
Y ₁ Y'	-	-	3,1	8,8	10	20	-	25,1	3,4
Y ₂ A' ₁	1,5	2,3	-	5,9	10	5	-	-	2,3
Y ₂ Q'	1,5	-	-	-	-	5	-	-	1,1
Y ₂ Y'	-	2,3	3,1	-	10	5	-	-	-

Литература

- Сердюк Г. Н. Группы крови и их значение в организме млекопитающих // Генетика и разведение животных / Г. Н. Сердюк. — 2018. — № 2. — С. 94-100.
- Ткаченко И. В. Полиморфные системы групп крови и продуктивность крупного рогатого скота уральского типа / И. В. Ткаченко, В. Ф. Гридин, С. Л. Гридина // Российская сельскохозяйственная наука. — 2015. — № 4. — С. 53-55.

3. Букаров Н. Г. Мониторинг генетической структуры красно-пестрой и красной пород в племенных стадах / Н. Г. Букаров, Т. А. Князева, А. А. Новиков, А. И. Хрунова, Н. С. Марзанов // Молочное и мясное скотоводство. — 2016. — № 5. — С. 8-12.
4. Марзанов Н. С. Генетическое маркирование, сохранение биоразнообразия и проблемы разведения животных / Н. С. Марзанов, Д. А. Девришов, С. Н. Марзанова, Е. А. Комкова, М. Ю. Озеров, Ю. Кантанен // Сельскохозяйственная биология. — 2011. — №2. — С. 3-13.
5. Новиков А. А. Генетическая паспортизация сельскохозяйственных животных методом иммуногенетического анализа / А. А. Новиков, М. С. Семак, А. И. Хрунова // Зоотехния. — 2017. — № 2. — С. 2-5.
6. Дмитриева В. И. Аллели ЕАВ-локуса групп крови в селекции крупного рогатого скота по продуктивности / В. И. Дмитриева, Д. Н. Кольцов, М. Е. Гонтов // Аграрный вестник Юго-Востока. — 2018. — № 1 (18) . — С. 10-13.
7. Подречнева И. Ю. Использование иммуногенетических маркеров групп крови для характеристики и оптимизации системы подбора в новых заводских семействах костромской породы / И. Ю. Подречнева, А. В. Баранов, Н. С. Баранова // Региональные проблемы преобразования экономики. — 2016. — № 7 (69). — С. 20-26.
8. Кондратюк Е. А. Оценка продолжительности жизни молочных коров с использованием эритроцитарных антигенов В-системы групп крови / Е. А. Кондратюк // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. — 2019. — № 5. — С. 69-72.
9. Попов Н. А. Генетический мониторинг крупного рогатого скота черно-пестрой породы / Н. А. Попов, Л. К. Марзанова // Молочное и мясное скотоводство. — 2016. — № 4. — С. 9-13.
10. Баранов А. В. Генетическое обоснование системы разведения скота костромской породы / А. В. Баранов // Молочное и мясное скотоводство. — 2016. — № 4. — С. 13-16.
11. Гонтов М. Е. Генетический контроль селекционных процессов в популяции бурого швицкого скота с использованием маркерных генов групп крови / М. Е. Гонтов, Д. Н. Кольцов, Ю. Д. Романов, В. К. Чернушенко // Молочное и мясное скотоводство. — 2016. — № 4. — С. 17-20.
12. Николаев С. В. Аллелофонд В-локуса эритроцитарных антигенов холмогорского скота Кировской области / С. В. Николаева // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана. — 2020. — № 3 (243). — С. 191-195.
13. Дубовскова М. П. Генетическая характеристика герефордского скота по группам крови и ДНК-маркеру CDF 5 в отечественной популяции / М. П. Дубовскова, М. И. Селионова, Л. Н. Чинова, Н. П. Герасимов, А. М. Ворожейкин, В. И. Колпаков, Е. Б. Джуламанов // Животноводство и кормопроизводство. — 2018. — № 3 (101). — С. 23-32.
14. Шендаков А. И. Аллели групп крови с высокой и низкой концентрацией у коров черно-пестрой породы в Орловской области / А. И. Шендаков, Н. Ю. Глазкова // Вестник аграрной науки. — 2019. — № 3 (78). — С. 57-62.
15. Валитов Ф. Р. Генетическая структура пород крупного рогатого скота республики Башкортостан по антигенным эритроцитарным факторам / Ф. Р. Валитов, И. Ю. Долматова, И. Ф. Юмагузин // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. — 2019. — № 4 (52). — С. 74-79.
16. Немцева Е. Ю. Использование иммуногенетического анализа в целях повышения молочной продуктивности коров / Е. Ю. Немцева, А. Ю. Лаврентьев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. — 2019. — № 4 (11). — С. 97-101.
17. Шукюрова Е. Б. Генетическая структура стад черно-пестрого крупного рогатого скота, разводимого в Хабаровском крае по группам крови / Е. Б. Шукюрова // Дальневосточный аграрный вестник. — 2017. — № 2 (42). — С. 111-119.
18. Сороковой П. Ф. Методические указания по исследованию и использованию групп крови в селекции крупного рогатого скота. — Дубровицы. ВИЖ. 1974. 57с.
19. Попов Н. А., Ескин Г. В. Аллелофонд крупного рогатого скота по ЕАВ-локусу. — Москва, 2000. 292 с.

Shatalina O., Yaryshkin A., Leshonok O.

Distinctive features of the allelofund of blood groups of various breeds of cattle

Abstract.

Purpose: to study the allelofund of blood groups of cattle of different breeds.

Materials and methods. 3117 Holstein cows of the black-and-white breed were studied, 848 cows of the Simmental breed, 555 cows of the Hereford breed and 172 cows of the Aberdeen-Angus breed. Blood groups were determined using a hemolysis reaction using mono-specific serum reagents, a suspension of erythrocytes and rabbit complement. Blood groups consist of alleles – a set of antigens inherited concatenated. In total, 12 systems are isolated in the blood groups of cattle. In this study, the EAV system is used, since it has the greatest variety of alternatives.

Results. It was revealed that the allelofund of the Holstein black-and-white breed is represented by 44 alleles, the Simmental breed – 87 alleles, the Geford breed – 53 alleles, the Aberdeen Angus breed – 38 alleles. The most common alleles of blood groups of cattle of Holstein black-and-white breed are $G_2Y_2'E_1Q'$ and I_2 , Simmental breed – Q' , Hereford breed – b and $Y_1D'I'$, Aberdeen-Angus breed O_1Q' . The frequency of occurrence of these alleles exceeds 6% and in some cases reaches 44%. It should be noted that the most common alleles of breeds remain in the leading positions in frequency of occurrence over time and are not replaced by other alleles. It is also established that in each breed there are specific alleles inherent only to it, which can be called markers of the breed. So, in the Holstein black-and-white breed, these are the alleles $O_1Y_1G'G''$ and $O_3J'_2K'O'$, in the Simmental – $D'E'_3G'I'$ and $D'G'I'Q'$, in the Hereford – $Y_1D'I'$ and $I_2Y_2G'G''$, in the Aberdeen-Angus – $P_1Y_1E'_3P'_2Q'G''$.

Key words: cattle, blood group, allele, breed marker.

Authors:

Shatalina O. – PhD (Biol. Sci.); e-mail: Shatalinao@list.ru;

Yaryshkin A. – e-mail: 2580x@yandex.ru;

Leshonok O. – PhD (Agr. Sci.); e-mail: smuuralniishoz@mail.ru.

Ural Federal Agrarian Research Center; 620061, Russia, Yekaterinburg, pos. Source, st. Home, 21.

References

1. Serdyuk G. N. blood groups and their significance in the body of mammals // Genetics and breeding of animals / G. N. Serdyuk. – 2018. – № 2. – P. 94-100.
2. Tkachenko I.V. Polymorphic systems of blood groups and the productivity of cattle of the Ural type / I. V. Tkachenko, V.F. Gridin, S. L. Gridin // Russian agricultural science. – 2015. – № 4. – P. 53-55.
3. Bukarov N. G. Monitoring of the genetic structure of the red-sand and red breeds in tribal herds / N. G. Bukarov, T. A. Knyazeva, A. A. Novikov, A. I. Khrunov, N. S. Marzanov // Milk and meat cattle breeding. – 2016. – № 5. – P. 8-12.
4. Marzanov N. S. Genetic labeling, preservation of biodiversity and problems of animal breeding / N. S. Marzanov, D. A. Devrishov, S. N. Marzanova, E. A. Komkov, M. Yu. Ozerov, Yu. Kantanen // Agricultural Biology. – 2011. – № 2. – P.3-13.
5. Novikov A. A. Genetic passporting of agricultural animals by immunogenetic analysis / A. A. Novikov, M. S. Semak, A. I. Khrunova // Zootechnia. – 2017. – № 2. – P. 2-5.
6. Dmitrieva V. I. Alleli EAB-Lokus blood groups in the selection of cattle on productivity / V. I. Dmitriev, D. N. Koltsov, M. E. Gontov // Agrarian Vesta Southeast. – 2018. – № 1 (18). – P. 10-13.
7. Podrechneva I. Yu. The use of immunogenetic markers of blood groups to characterize and optimize the selection system in the new factory families of the Kostroma breed / I. Yu. Podrechnev, A. V. Baranov, N. S. Baranov // Regional problems of economy transformation. – 2016. – № 7 (69). – P. 20-26.
8. Kondratyuk E. A. Assessment of the life expectancy of dairy cows using red blood cell antigens of Blood groups / E. A. Kondratyuk // Bulletin of Russian Agricultural Science. – 2019. – № 5. – P. 69-72.

9. Popov N. A. Genetic monitoring of cattle of black-and-haired breed / N. A. Popov, L.K. Marzanov // Military and meat cattle breeding. – 2016. – № 4. – P. 9-13.
10. Baranov A.V. The genetic justification of the cattle breeding system of the Kostroma breed / A. V. Baranov // Military and meat cattle breeding. – 2016. – № 4. – P. 13-16.
11. Gontov M.E. Genetic control of breeding processes in the Schwitsky cattle population using marker genes of blood groups / M.E. Gontov, D. N. Koltsov, Yu. D. Romanov, V.K. Chernushenko // Milk and Milk and Milk Meat cattle breeding. – 2016. – № 4. – P. 17-20.
12. Nikolaev S.V. Allelism in the locus of the erythrocyte antigens of the Kholmogorsky cattle of the Kirov region / S.V. Nikolaev // Scientific Notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman. – 2020. – № 3 (243). – P. 191-195.
13. Dubovskova M.P. Genetic characteristics of Gereford cattle by blood groups and DNA marker CDF 5 in the domestic population / M.P. Dubovskov, M. I. Selionov, L. N. Chizhova, N. P. Gerasimov, A. M. Vorozheikin, V. I. Kolpakov, E. B. Dzhulamanov // Livestock and feed production. – 2018. – № 3 (101). – P. 23-32.
14. Shendakov A. I. Alleli blood groups with a high and low concentration in the cows of a black-and-qualifier breed in the Oryol region / A. I. Shendakov, N. Yu. Glazkova // Bulletin of Agrarian Science. – 2019. – № 3 (78). – P. 57-62.
15. Valitov F. R. The genetic structure of cattle breeds of the Republic of Bashkortostan on antigenic erythrocyte factors / F. R. Valitov, I. Yu. Dolmatov, I.F. Yumaguzin // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. – 2019. – № 4 (52). – P. 74-79.
16. Nemtseva E. Yu. The use of immunogenetic analysis in order to increase the dairy productivity of cows / E. Yu. Nemtseva, A. Yu. Lavrentiev // Bulletin of the Chuvash State Agricultural Academy. – 2019. – 4 (11). – P. 97-101.
17. Shukyurova E. B. The genetic structure of herds of black and qualified cattle, bred in the Khabarovsk Territory in blood groups / E. B. Shukyurova // Far Eastern Agrarian Bulletin. – 2017. – № 2 (42). – 111-119.
18. Sorokoy P. F. Methodological instructions for the study and use of blood groups in cattle selection. – Dubrovitsa. VIZH. 1974. 57 p.
19. Popov N. A., Eskin G. V. Allelism of cattle in the EAB-Lokus. – Moscow. 2000. 292 p.