

УДК 636.082:575.174:591.11(470.54)

DOI: 10.33284/2658-3135-104-3-176

Особенности формирования генетической структуры групп крови при смене поколений животных

Ф.А. Сагитдинов, О.И. Лешонок, И.В. Ткаченко

*Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения
Российской академии наук (г. Екатеринбург)*

Резюме. В двух племенных предприятиях Свердловской области, разводящих голштинизированный чёрно-пёстрый скот, проведена оценка генетической структуры популяций в процессе смены поколений животных. В сравнительном аспекте изучены спектр и частота встречаемости В-аллелей групп крови в материнском и дочернем поколениях с промежутком в 5 лет. В исследованных стадах количество выявленных аллелей ЕАВ-системы групп крови колеблется от 25 до 43. Спектр выявляемых аллелей в поколениях как в исходном состоянии, так и после обновления стада, подвержен изменениям. Наиболее распространён аллель G2Y2E'1Q' с частотой встречаемости 0,1197-0,2989. Эффективные аллели с частотой более 5,0 % представлены феногруппами B2O1B', I2. Аллель G", имевший широкое распространение при первоначальном обследовании стад, по прошествии 5 лет утратил доминирование. Установлено, что в формировании аллелофонда дочерних поколений участвуют от 50 до 80 % доминирующих аллелей материнского стада. Уровень гомозиготности по В-системе групп крови изменяется в пределах 5,1-14,4 %. Высказано предположение о возможности существования корреляционной связи между генотипом, состоящим из доминирующих аллелей, и определённым хозяйственно-полезным признаком животного.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, чёрно-пёстрая порода, селекция, иммуногенетические методы, группа крови, аллель, генетическая структура, встречаемость, поколение.

UDC 636.082:575.174:591.11(470.54)

The features of the genetic structure formation of blood groups during animals metagenesis

Fandus A Sagitdinov, Oksana I Leshonok, Inga V Tkachenko

Ural Federal Agrarian Research Centre of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Yekaterinburg Russia)

Abstract. The assessment of the genetic structure in the process of animals metagenesis is carried out in two breeding enterprises of the Sverdlovsk region for the development of Holstein black-and-white cattle. The spectrum and frequency of occurrence of B-alleles of blood groups in the maternal and daughter generations were studied with an interval of 5 years. The number of identified alleles of the EAB-system of blood groups ranges from 27 to 43. The spectrum of identified alleles in generations, both in the initial state and after the renewal of the herd, is subject to changes. The most common allele is G2Y2E'1Q' with a frequency of 0.1197-0.2989. Effective alleles with a frequency of more than 5.0% are represented by phenogroups B2O1B', I2. Allele G", which was widespread in the initial survey of herds, after 5 years has lost its dominance. It was found that from 50 to 80% of the dominant alleles of the maternal herd participate in the formation of the allele pool of daughter generations. The level of homozygosity for the B-system of blood groups varies in the range of 5.1-14.4%.

Keywords: cattle, black and white breed, selection, immunogenetic method, blood type, allele, genetic structure, occurrence, generation.

Введение.

Широкомасштабное использование быков-производителей голштинской породы в зонах разведения чёрно-пёстрого скота привело к значительному повышению молочной продуктивности,

улучшению экстерьера и морфофункциональных характеристик вымени животных. В то же время многие исследователи отмечают, что помесное поголовье уступает животным чёрно-пёстрой породы по воспроизводительным качествам, крепости конституции, резистентности и ряду других признаков (Букаров Н.Г. и др., 2004; Абрамова Н.И. и др., 2018).

В Уральском регионе голштинизированная чёрно-пёстрая порода занимает лидирующее положение по численности. В 2019 году поголовье помесных животных составило 471,1 тыс. голов или 81,1 % от общей численности скота молочных пород в регионе (Гридин В.Ф. и др., 2020). В животноводческих предприятиях Среднего Урала, как и в целом в России, актуально решение задачи по рациональному использованию генетического потенциала крупного рогатого скота (Ряпосова М.В., 2011).

В связи с интенсивной голштинизацией и быстрой динамикой генетических процессов особенно актуально исследование отечественного генофонда крупного рогатого скота с использованием иммуногенетических методов. Иммуногенетика нашла широкое применение в селекции сельскохозяйственных животных благодаря сравнительно лёгкому определению групп крови и их полиморфизму. Наиболее востребован иммуногенетический анализ при процедуре паспортизации животных, однако не меньшее значение он имеет при выявлении направленности селекционных процессов (Гончаренко Г.М., 2009; Ткаченко И.В. и др., 2013; Попов Н.А. и Марзанова Л.К., 2016; Новиков А.А. и др., 2017; Сердюк Г.Н., 2018).

За последние годы в зоотехнической литературе накоплен значительный научный материал по изучению групп крови крупного рогатого скота и поиску путей их использования в селекционно-племенной работе (Сердюк Г.Н. и др., 2001; Ткаченко И.В. и др., 2015; Гонтов М.Е. и др., 2016; Шендаков А.И. и Глазкова Н.Ю., 2019; Валитов Ф.Р. и др., 2019).

Цель исследования.

Изучение спектра и динамики аллелофонда по ЕАВ-системе групп крови при смене поколений животных.

Материалы и методы исследований.

Объект исследования. Голштинизированный крупный рогатый скот чёрно-пёстрой породы.

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

Схема эксперимента. Экспериментальные исследования проведены на 3494 племенных животных из двух племенных заводов Свердловской области (АО «Агрофирма «Патруши» и СПК «Килачевский»). Постановка гемолитических тестов, семейный анализ и определение генотипов групп крови у животных выполнены согласно общепринятым методикам (Сороковой П.Ф., 1974; Павличенко В.П., 1982). На основании результатов генетической паспортизации за 2012 и 2017 годы (с промежутком в 5 лет) определён спектр аллелей ЕАВ-локуса в поколениях животных; определены генетико-статистические показатели, характеризующие аллелофонд, в материнском и дочернем поколениях.

Оборудование и технические средства. Иммуногенетический анализ проводили в лицензированной лаборатории ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. В качестве материала для определения групп крови использовали цельную кровь крупного рогатого скота из яремной вены животного, консервированную гепарином, ЭДТА или цитратом натрия. Иммуногенетический тест выполняли с применением 52 реагентов.

В процессе пробоподготовки и постановки гемолитического теста использовали лабораторное вспомогательное оборудование: центрифуга Eppendorf 5810 R; термостат Binder BD23.

Статистическая обработка. Частота аллелей групп крови рассчитана по формуле:

$$P1 = B1/2n,$$

где: P1 – частота данного аллеля;

B1 – общее число данного аллеля в исследуемой популяции;

n – количество протестированных животных.

Частота аллеля выражена в долях единицы.

Результаты исследований.

Анализ аллелофонда материнского поколения в первом стаде (2012 г.) показывает, что из выявленных 30-ти 17 аллелей или 56,7 % всего аллелофонда встречаются с частотой более 1,0 % (табл. 1). Остальные 13 аллелей можно считать редкими, так как их частота составляет менее 1,0 %.

Таблица 1. Спектр и частота аллелей В-системы групп крови у животных при смене поколений в популяции (АО «Агрофирма «Патруши»)

Table 1. Spectrum and frequency of alleles of the B-system of blood groups in animals metagenesis in the population (JSC "Agrofirma" Patrushi")

№/ No	Аллель EAB-локуса/ <i>Allele EAB-locus</i>	Частота аллелей групп крови/ <i>alleles frequency of blood groups</i>			
		2012 год/ <i>2012 year</i>		2017 год/ <i>2017 year</i>	
		поколение/ <i>generation</i>		поколение/ <i>generation</i>	
		материнское/ <i>maternal</i> n=52	дочернее/ <i>daughter</i> n =149	материнское/ <i>maternal</i> n=572	дочернее/ <i>daughter</i> n =804
1	2	3	4	5	6
1	B1G2KA'1	0,0096	0,0100	0,0049	0,0037
2	B1G2KO4Y2A'2O'	0,0480	0,0201	0,0111	0,0069
3	B1G2KO4E'1F'2O'	-	-	0,0037	0,0034
4	B1G2KO4Y2A'2G'O'G''	-	-	0,0012	0,0017
5	B1G2KO4A'2O'	-	-	0,0024	-
6	B1G2KO4Y2A'2E'3G'G''	-	-	0,0012	-
7	B1G2KO4O'	-	-	0,0012	-
8	B1G2KQE'3F'2G'O'G''	-	0,0033	-	-
9	B1I1	-	-	0,0037	0,0139
10	B2O1Y2D'	-	-	0,0037	0,0017
11	B2O1Y2	0,0096	-	0,0012	-
12	B2O1B'	0,0576	0,1040	0,0597	0,1031
13	B2O1	-	0,0033	0,0136	0,0069
14	B1O3Y2A'2E'3G'P'2Q'G''	0,0096	0,0967	0,0012	-
15	B1O3A'2I'P'2Q'	-	0,0033	-	-
16	B1O3Y2A'2E'3I'P'2Q'	-	0,0033	-	-
17	B1O3A'2P'2Q'	0,0096	-	-	-
18	B2QT2G'P'2Q'B''	-	0,0033	0,0012	-
19	B1Q'	-	-	0,0012	-
20	B2	0,0288	0,0067	-	-
21	G1I1	0,0192	0,0134	0,0062	0,0052
22	G2O1Y2	0,0384	0,0100	-	-
23	G2Y1D'	0,0096	0,0033	0,0024	0,0017

Продолжение 1 таблицы

1	2	3	4	5	6
24	G2Y2E'1Q'	0,2788	0,1610	0,1268	0,2989
25	G2A'1D'E'3F'2Q'	0,0096	-	-	-
26	I2	0,0673	0,1845	0,1417	0,1468
27	O1Y1E'3G'G''	-	0,0100	0,0012	-
28	O1Y1G'G''	0,0192	0,0067	0,0111	0,0037
29	O1Y2	-	0,0033	-	-
30	O2A'2J'2K'O'	0,0480	0,0201	0,0161	0,0122
31	O1A'1	0,0096	0,0167	0,0012	-
32	O1D'G'Q'	-	0,0100	0,0136	0,0402
33	O1	0,0096	0,0033	-	-
34	Q	0,0192	0,0067	0,0012	0,0017
35	(O4)Y2A'1	0,0480	0,0402	0,0298	0,0926
36	(O4)Y2D'E'1F'2O'	-	0,0134	-	-
37	(O4)D'E'3F'2G'O'	0,0673	0,0402	0,0485	0,0559
38	(O4)E'3G''	-	0,0369	0,0024	0,0034
39	Y1A'1B'Y'	0,0096	0,0033	0,0012	0,0017
40	Y1G'G''	0,0096	0,0100	0,0037	0,0069
41	Y2Q'	0,0096	-	-	-
42	B'Q'	-	-	0,0012	-
43	E'1	0,0288	0,0167	0,0062	0,0174
44	E'3F'2G'O'G''	0,0961	0,0738	0,0509	0,0419
45	E'3G'Q'	0,0384	0,0167	0,0236	0,0157
46	E'3G'G''	0,0096	0,0067	0,0124	0,0069
47	G'G''	-	0,0033	-	-
48	Г'	0,0096	0,0033	0,0049	-
49	Q'	0,1250	0,0234	0,0323	0,0734
50	G''	0,1250	0,0604	0,0286	0,0279
51	«b»	-	0,0033	-	-
	Выявлено аллелей/ <i>Alleles identified</i>	30	38	38	27
	Уровень гомозиготности, %/ <i>Homozygosity level, %</i>	14,4	8,8	5,1	14,4
	Число эффективных аллелей/ <i>Number of effective alleles</i>	7	5	4	6

В дочернем поколении спектр аллелей представлен значительно шире, чем в материнском. Несмотря на это, доля наиболее распространённых В-аллелей составила 52,6 % аллелофонда. При сравнении полученных данных видно, что это – величины одного порядка.

Подобный анализ аллелофонда стада проведён на материале, полученном через 5 лет. Исследования показали, что тенденции, наблюдавшиеся в первом исследовании, не сохранились. Так, спектр аллелофонда материнского поколения расширился на 12,0 %, при этом доля наиболее часто встречающихся аллелей составила 42,1 %. В дочернем же поколении отмечено некоторое сужение спектра (на 8,0 %), а доля часто встречающихся аллелей была несколько выше (48,1 %), чем в материнском.

Сравнение результатов исследований по материалам 2012 и 2017 годов показывает, что если в первом случае 28,2 % аллелей были привнесены в дочернее поколение быками-производителями, то во втором случае такой картины не наблюдалось. Можно предположить, что это является следствием использования быков-производителей различных генотипов в первом и во

втором случаях. Косвенным подтверждением этому может служить динамика показателей уровня гомозиготности в исследуемых популяциях. Так, если в первом случае гомозиготность в дочернем поколении снизилась на 5,6 %, то во втором возросла на 9,3 %.

Определённый интерес представляют результаты изучения встречаемости аллелей при смене поколений животных. В исследованиях по материалам 2012 года число доминирующих аллелей (частота > 5,0 %) с 23,3 % в материнском поколении снизилось до 15,8 % – в дочернем, при этом 50,0 % из них были одни и те же аллели в обоих поколениях. В исследованиях по материалам 2017 года число доминирующих аллелей в материнском и дочернем поколениях составило 10,5 и 22,2 % соответственно.

Аналогичные исследования проведены по второму стаду. На первом этапе исследований (материалы 2012 года) число выявленных аллелей в дочернем поколении было больше, чем в материнском на 24,0 %, а число доминирующих аллелей в поколениях было практически на одном уровне – 24,0 и 22,6 %, соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Спектр и частота аллелей В-системы групп крови у животных при смене поколений в популяции (СПК «Килачевский»)

Table 2. Spectrum and frequency of alleles of the B-system of blood groups in animals metagenesis in the population (APC "Kilachevsky")

№/ No	Аллель EAB-локуса/ <i>Allele EAB-locus</i>	Частота аллелей групп крови/ <i>alleles frequency of blood groups</i>			
		2012 год/ <i>2012 year</i>		2017 год/ <i>2017 year</i>	
		поколение/ <i>generation</i>		поколение/ <i>generation</i>	
		материнское/ <i>maternal</i> n=66	дочернее/ <i>daughter</i> n=83	материнское/ <i>maternal</i> n=788	дочернее/ <i>daughter</i> n=980
1	2	3	4	5	6
1	B2G2KO4Y2A'2O'	0,0150	0,0059	0,0031	0,0010
2	B2G2KO4Y2A'2E'3G'G"	-	-	0,0019	0,0010
3	B1G2KO4A'2E'3G'O'G"	-	-	0,0006	-
4	B2G2KO4E'1F'2O'	-	-	0,0019	0,0005
5	B1G2KO4A'2O'	-	-	0,0012	-
7	B1I1	-	0,0059	0,0057	0,0030
6	B1G2KA'1	-	-	0,0012	0,0005
8	B1O3Y2A'2E'3G'P'2Q'G"	0,0075	0,0119	0,0126	0,0091
9	B1O3A'1P'2Q'	0,0150	0,0119	0,0012	0,0010
10	B1O3A'2P'2Q'	0,0225	0,0179	0,0031	0,0005
11	B1Q'	-	-	0,0006	0,0005
12	B2O1Y2D'	-	-	-	0,0045
13	B2O1Y2	0,0150	0,0119	0,0019	0,0005
14	B2O1B'	0,0375	0,0658	0,0760	0,0489
15	B2O1	-	0,0059	0,0063	0,0050
16	B2	-	-	0,0006	0,0005
18	G2O1Y2	0,0827	0,0239	0,0247	0,0535
17	G1I1	0,0075	0,0119	0,0361	0,0209
19	G2Y2E'1Q'	0,2255	0,1197	0,1743	0,2044
20	G2A'1D'E'3F'2Q'	-	-	0,0006	0,0005
21	I2	0,1503	0,1556	0,1287	0,1060
22	O1Y1E'3G'G"	-	0,0119	0,0082	0,0132
23	O1Y1G'G"	0,0150	0,0299	0,0336	0,0520

Продолжение 2 таблицы

1	2	3	4	5	6
24	O1Y2	-	-	-	0,0005
25	O1A'1	0,0075	0,0119	0,0418	0,0209
26	O1D'G'Q'	-	0,0119	0,0126	0,0346
27	O1D'	-	0,0059	-	0,0005
28	O1E'3G'	0,0150	0,0119	0,0044	0,0025
29	O2A'2J'1K'O'	0,0676	0,0658	0,0412	0,0316
30	O4Y2A'1	0,0075	0,1137	0,0475	0,0402
31	O4D'E'3F'2G'O'	0,0150	0,0299	0,1033	0,1208
32	O4E'3G'G''	0,0375	0,0119	0,0114	0,0311
33	O4E'3G''	0,0075	0,0179	0,0050	0,0025
34	Q	0,0150	0,0059	0,0012	-
35	Y1A'1B'Y'	-	-	0,0006	-
36	Y1G'G''	-	0,0359	0,0133	0,0061
37	Y2A'1B'	-	-	0,0012	0,0005
38	Y2E'1I'Q'	-	-	0,0006	0,0005
39	B'Q'	-	-	0,0025	0,0010
40	E'1Q'G''	-	-	0,0006	-
41	E'3F'2G'O'G''	0,0751	0,0538	0,0367	0,0295
42	E'3G'Q'	0,0075	-	0,0095	0,0061
43	E'1	0,0300	0,0239	0,0291	0,0311
44	G'G''	-	0,0119	0,0209	0,0142
45	Q'	0,0300	0,0119	0,0602	0,0504
46	G''	0,0751	0,0658	0,0259	0,0142
47	«b»	0,0150	0,0179	-	-
	Выявлено аллелей/ <i>Alleles identified</i>	25	31	43	41
	Уровень гомозиготности, %/ <i>Homozygosity level, %</i>	10,3	7,4	7,9	8,6
	Число эффективных аллелей/ <i>Number of effective alleles</i>	6	7	5	6

Повторное обследование стада через 5 лет показало, что спектр аллелофонда расширился как в материнском, так и дочернем поколениях на 72,0 и 32,3 % соответственно. Несколько другая тенденция отмечена при анализе числа часто встречающихся аллелей в поколениях. Так, если доля таких аллелей в материнском поколении составила 11,6 % аллелофонда, то в дочернем она выросла до 14,6 %. Уровень гомозиготности в дочернем поколении увеличился на 0,7 %.

Обсуждение полученных результатов.

Изучение спектра аллелофонда по EAB-системе групп крови голштинизированного крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы показало, что количественный состав аллелей варьирует в зависимости от предприятия и года исследования от 25 до 43, при этом всего выявлен 51 аллель (феногруппа). Спектр аллелей оказался несколько узким по сравнению с данными, представленными в каталоге Попова Н.А. и Ескина Г.В. (2000).

Доля наиболее распространённых В-аллелей позволяет говорить о стабильности аллелофонда в материнском и дочернем поколениях, учитывая при этом значительный вклад быков-производителей в аллелофонд дочернего поколения.

Количество доминирующих аллелей в материнском и дочернем поколениях соответствуют данным из литературных источников (Сердюк Г.Н., 2001; Ткаченко И.В. и др., 2015). Наиболее

распространены аллели G2Y2E'1Q' с частотой 0,1197-0,2989, B2O1B' (0,0375-0,1040) и I2 (0,0673-0,1845). Аналогичные результаты получены рядом исследователей (Гончаренко Г.М., 2009; Валитов Ф.Р. и др., 2019; Попов Н.А. и Марзанова Л.К., 2016; Шендаков А.И. и Глазкова Н.Ю., 2019). Мы предполагаем, что такое состояние в популяциях поддерживается естественным отбором, так как в любом стаде на ремонт оставляется потомство от высокопродуктивных, наиболее приспособленных к местным кормовым и природным условиям животных. Отсюда следует, что доминирующие аллели могут служить своеобразными «маркерами» при формировании генетической структуры стада на определённый период, обеспечивающей достаточный уровень генетической изменчивости.

Своеобразное наследование доминирующих аллелей наблюдается в популяциях при смене поколений животных. В первом стаде по результатам исследований 2012 года их повторяемость в дочернем поколении была 71,4 %, а в исследованиях второго этапа (2017 г.) – 50,0 %. Во втором стаде аналогичные показатели составили 83,3 и 80,0 % соответственно. Таким образом, в формировании аллелофонда дочерних поколений участвуют от 50 до 80 % доминирующих аллелей материнских поколений. Напрашивается вопрос, почему животные, имеющие в своем генотипе такие аллели, сохраняются в стаде дольше, то есть активнее участвуют в обновлении стада и формировании его генетической структуры. Мы предполагаем, что это может быть связано с существованием корреляционной связи между генотипом и определёнными хозяйственно-полезными признаками животных.

Выводы.

Результаты исследований свидетельствуют, что при смене поколений животных в генетической структуре популяции происходят определённые изменения, обусловленные применяемой системой племенной работы со стадом, а также генетико-автоматическими процессами. Дальнейшие исследования в данном направлении дадут новые материалы, позволяющие объяснить природу происходящих изменений и разработать приёмы их практического применения.

Литература

1. Абрамова Н.И., Бурмистрова О.Н., Хромова О.Л. Взаимосвязь продолжительности использования коров молочных пород с кровностью по голштинской породе // Зоотехния. 2018. № 1. С.12-16. [Abramova NI, Burmistrova ON, Khromova OL. The relationship between duration of use of dairy breeds cows and a blood share of holstein breed. Zootechniya. 2018;1:12-16. (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 FR, Dolmatova IYu, Jumaguzin IF. 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. 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, А.А. Попов // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 4. С. 17-20. [Gontov ME, Koltsov DN, Romanov JD, Chernushenko VK, Popov AA. Genetic control of the breeding process of the population of brown swiss using marker genes of blood groups. Dairy and Beef Cattle Farming. 2016;4:17-20. (In Russ)].
4. Генетический мониторинг – методология повышения эффективности разведения крупного рогатого скота / Н.Г. Букаров, Е.Ю. Лебедев, А.З. Канеев, И.М. Морозов // Прошлое, настоящее и будущее зоотехнической науки: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Дубровицы, 07-10 сент. 2004 г.). Дубровицы: ВИЖ им. Л.К. Эрнста, 2004. Т. 1. С. 43-46. [Bukarov NG, Lebedev YeYu, Kaneev AZ, Morozov IM. Geneticheskii monitoring – metodologiya povysheniya effektivnosti razvedeniya krupnogo rogatogo skota. (Conference proceedings) Proshloye, nastoyashcheye i budushcheye

zootekhnicheskoy nauki: materialy mezhdunar. nauch-prakt. konf. (Dubrovitsy, 07-10 sent. 2004 g.). Dubrovitsy: VIZh im. Ernsta LK; 2004;1:43-46. *(In Russ)*].

5. Гончаренко Г.М. Структура популяций сельскохозяйственных животных в Западной Сибири по генетическим маркерам и их использование в селекции: дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 2009. 318 с. [Goncharenko GM. Struktura populyatsiy sel'skokhozyaystvennykh zhyvotnykh v Zapadnoy Sibiri po geneticheskim markeram i ikh ispol'zovaniye v selektsii. [dissertation] Novosibirsk; 2009:318 p. *(In Russ)*].

6. Методические рекомендации по использованию групп крови для повышения эффективности селекционно-племенной работы в молочном животноводстве / ВАСХНИЛ, ВНИИ разведения и генетики с.-х. животных; сост. В. П. Павличенко и др. Л.: ВНИИРГЖ, 1982. 43 с. [Metodicheskie rekomendatsii po ispol'zovaniyu grupp krovi dlya povysheniya effektivnosti selektsionno-plemennoi raboty v molochnom zhyvotnovodstve. VASKhNIL, VNII razvedeniya i genetiki s.-kh. zhyvotnykh; sost. Pavlichenko VP et al. Leningrad:VNIIRGZH; 1982:43 p. *(In Russ)*].

7. Методические рекомендации по исследованию и использованию групп крови в селекции крупного рогатого скота / М-во сельск. хоз-ва СССР, Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т животноводства; сост. П.Ф. Сороковой. Дубровицы: ВИЖ, 1974. 40 с. [Metodicheskie rekomendatsii po issledovaniyu i ispol'zovaniyu grupp krovi v selektsii krupnogo rogatogo skota. M-vo sel'sk. khoz-va SSSR, Vsesoyuz. akad. s.-kh. nauk im. V. I. Lenina, Vsesoyuz. nauch.-issled. in-t zhyvotnovodstva; sost. Sorokovoi PF. Dubrovitsy: VIZh; 1974:40 p. *(In Russ)*].

8. Методические рекомендации по организации и использованию иммуногенетического тестирования крупного рогатого скота в сельскохозяйственных организациях уральского региона / Ткаченко И.В., Гридина С.Л., Сагитдинов Ф.А., Гридин В.Ф., Гусева Л.В. Екатеринбург: Уральский НИИСХ, 2013. 14 с. [Tkachenko IV, Gridina SL, Sagitdinov FA, Gridin VF, Guseva LV. Metodicheskiye rekomendatsii po organizatsii i ispol'zovaniyu immunogeneticheskogo testirovaniya krupnogo rogatogo skota v sel'skokhozyaystvennykh organizatsiyakh ural'skogo regiona. Ekaterinburg: Ural'skii NIISKH; 2013:14 p. *(In Russ)*].

9. Новиков А.А., Семак М.С., Хрунова А.И. Генетическая паспортизация сельскохозяйственных животных методом иммуногенетического анализа // Зоотехния. 2017. № 2. С. 2-5. [Novikov AA, Semak MS, Khrunova AI. Genetic certification of farm animals by immunogenetic analysis. Zootechniya. 2017;2:2-5. *(In Russ)*].

10. Попов Н.А., Марзанова Л.К. Генетический мониторинг крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 4. С. 9-13. [Popov NA, Marzanova LK. Genetic monitoring of black-and-white cattle. Dairy and Beef Cattle Farming. 2016;4:9-13. *(In Russ)*].

11. Попов Н.А., Ескин Г.В. Аллелофонд пород крупного рогатого скота по ЕАВ-локусу: справ. каталог. М., 2000. 300 с. [Popov NA, Yeskin GV. Allelofond porod krupnogo rogatogo skota po EAB-lokusu. Spravochnyy katalog. Moscow; 2000:300 p. *(In Russ)*].

12. Результаты селекционно-племенной работы с крупным рогатым скотом чёрно-пёстрой породы Уральского региона за 2019 год: монография / В.Ф. Гридин, С.Л. Гридина, О.И. Лешонок и др. Екатеринбург: ООО «Джи Лайм», 2020. 92 с. [Gridin VF, Gridina SL, Leshonok OI, et al. Rezultaty selektsionno-plemennoi raboty s krupnym rogatym skotom cherno-pestroi породы Ural'skogo regiona za 2019 god: monografiya. Ekaterinburg: ООО «Dzhi Laim»; 2020:92 p. *(In Russ)*].

13. Ряпосова М.В. Система рационального использования популяционного и репродуктивного потенциала коров в Уральском регионе: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 2011. 43 с. [Ryaposova MV. Sistema ratsional'nogo ispol'zovaniya populyatsionnogo i reproductivnogo potentsiala korov v Ural'skom regione: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. Ekaterinburg; 2011:43 p. *(In Russ)*].

14. Сердюк Г.Н. Группы крови и их значение в организме млекопитающих // Генетика и разведение животных. 2018. № 2. С. 94-100. [Serdyuk GN. Blood groups and their importance in the mammals. Genetika i razvedenie zivotnyh. 2018;2:94-100. *(In Russ)*]. doi: 10.31043/2410-2733-2018-2-94-100

15. Сердюк Г.Н., Берникова Н.Н., Силян Ю.В. Пути формирования генофонда групп крови в стадах крупного рогатого скота // Современные методы повышения продуктивности сельскохозяй-

зайственных животных: сб. науч. тр. СПб., Пушкин: ВНИИГРЖ, 2001. С.184-189. [Serdyuk GN, Bernikova NN, Silin YuV. Puti formirovaniya genofonda grupp krovi v stadakh krupnogo rogatogo skota. / Sovremennyye metody povysheniya produktivnosti sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh: sb. nauch. tr. Sankt-Peterburg, Pushkin: VNIIGRZh; 2001:184-189. (In Russ)].

16. Ткаченко И.В., Гридин В.Ф., Гридина С.Л. Полиморфные системы групп крови и продуктивность крупного рогатого скота уральского типа // Российская сельскохозяйственная наука. 2015. № 4. С. 53-55. [Tkachenko IV, Gridin VF, Gridina SL. Polymorphic systems of blood groups and the productivity of ural type cattle. Russian Agricultural Sciences. 2015;41(5):390-392. doi: 10.3103/S1068367415050225 (In Russ)].

17. Шендаков А.И., Глазкова Н.Ю. Аллели групп крови с высокой и низкой концентрацией у коров чёрно-пёстрой породы в Орловской области // Вестник аграрной науки. 2019. № 3(78). С. 57-62. [Shendakov AI, Glazkova NYu. Alleles of blood groups with high and low concentration by the cows of black-and-white breed in the Orel region. Bulletin of Agrarian Science. 2019;3(78):57-62. (In Russ)]. doi: 10.15217/issn2587-666X.2019.3.57

References

1. Abramova NI, Burmistrova ON, Khromova OL. The relationship between duration of use of dairy breeds cows and a blood share of holstein breed. *Zootechniya*. 2018;1:12-16.
2. Valitov FR, Dolmatova IYu, Jumaguzin IF. Genetic structure of cattle breeds of the republic of Bashkortostan by antigenic erythrocyte factors. *Vestnik Bashkir State Agrarian University*. 2019;4(52):74-79. doi: 10.31563/1684-7628-2019-52-4-74-79
3. Gontov ME, Koltsov DN, Romanov JD, Chernushenko VK, Popov AA. Genetic control of the breeding process of the population of brown swiss using marker genes of blood groups. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 2016;4:17-20.
4. Bukarov NG, Lebedev YeYu, Kaneev AZ, Morozov IM. Genetic monitoring – methodology for increasing the efficiency of cattle breeding. (Conference proceedings) Past, Present and Future of Zootechnical Science: Materials of International Scientific and Practical. conf. (Dubrovitsy, 07-10 Sep 2004). Dubrovitsy: VIZ named after Ernst LK. 2004;1:43-46.
5. Goncharenko GM. Structure of agricultural animal populations in Western Siberia according to genetic markers and their use in selection. [dissertation] Novosibirsk; 2009:318 p.
6. Methodological recommendations on the use of blood groups to increase the effectiveness of breeding work in dairy breeding. VASKNIL, All-Russian scientific research institute breeding and genetics of agricultural animals; sucker. Pavlichenko VP et al. Leningrad:VNIIRGZ; 1982:43 p.
7. Methodological recommendations for the study and use of blood groups in cattle breeding. USSR Ministry of Agriculture, All-Union. Academy of Agricultural Sciences named after Lenin VI, All-Union. Research and Development animal husbandry institute; sucker. Sorokovoi PF. Dubrovitsy: VIZ; 1974:40 p.
8. Tkachenko IV, Gridina SL, Sagitdinov FA, Gridin VF, Guseva LV. Methodical recommendations for the organization and use of immunogenetic testing of cattle in agricultural organizations of the Ural region. Ekaterinburg: Ural Research Institute of Agriculture; 2013:14 p.
9. Novikov AA, Semak MS, Khrunova AI. Genetic certification of farm animals by immunogenetic analysis. *Zootechniya*. 2017;2:2-5.
10. Popov NA, Marzanova LK. Genetic monitoring of black-and- white cattle. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 2016;4:9-13.
11. Popov NA, Eskin GV. Allelo pool of cattle breeds according to the EAB-locus: ref. catalog. Moscow; 2000:300 p.
12. Gridin VF, Gridina SL, Leshonok OI et al. The results of selection and breeding work with black-and-white cattle of the Ural region for 2019: monograph. Yekaterinburg: ООО «G Lime»; 2020:92 p.

13. Ryaposova MV. The system of rational use of the population and reproductive potential of cows in the Ural region: abstract. dis. ... Doctor of Biological Sciences. Yekaterinburg; 2011:43 p.
14. Serdyuk GN. Blood groups and their importance in the mammals. Genetics and Animal Breeding. 2018;2:94-100. doi: 10.31043/2410-2733-2018-2-94-100
15. Serdyuk GN, Bernikova NN, Silin YuV. Ways to form a gene pool of blood groups in cattle herds. Modern methods for increasing the productivity of farm animals: scientific. work. St. Petersburg, Pushkin: VNIIGRZH; 2001:184-189.
16. Tkachenko IV, Gridin VF, Gridina SL. Polymorphic systems of blood groups and the productivity of ural type cattle. Russian Agricultural Sciences. 2015;41(5):390-392. doi: 10.3103/S1068367415050225
17. Shendakov AI, Glazkova NYu. Alleles of blood groups with high and low concentration by the cows of black-and-white breed in the Orel region. Bulletin of Agrarian Science. 2019;3(78):57-62. doi: 10.15217/issn2587-666X.2019.3.57

Сагитдинов Фандус Ахиярович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (ФНБНУ УрФАНИЦ УрО РАН), 620021, г. Екатеринбург, ул. Главная, 21, тел.: 8(343)2527281

Лешонок Оксана Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (ФНБНУ УрФАНИЦ УрО РАН), 620021, г. Екатеринбург, ул. Главная, 21, тел.: 8(343)2527281

Ткаченко Инга Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (ФНБНУ УрФАНИЦ УрО РАН), 620021, г. Екатеринбург, ул. Главная, 21, тел.: 8(343)2527281; e-mail: tkachenko_uniish@mail.ru

Поступила в редакцию 4 августа 2021 г.; принята после решения редколлегии 13 сентября 2021 г.; опубликована 30 сентября 2021 г. / Received: 4 August 2021; Accepted: 13 September 2021; Published: 30 September 2021