

АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ИХ РЕШЕНИЯ

DOI 10.54016/SVITOK.2024.99.28.008

УДК 636.82.12

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СЕЛЕКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В СТАДЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

© 2024. В. И. Дмитриева, Д. Н. Кольцов, М. А. Ермаков
ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»,
г. Тверь, Российская Федерация

По результатам иммуногенетических исследований за 2016-2022 годы установлено, что в стаде АО «Смоленское» под влиянием селекционной работы происходили изменения в генофонде. В 2016, 2018 годах в стаде насчитывалось по 40 EAB - аллелей, в 2022 году в стаде - 47, у первотелок - 26. С частотой 0,762 - 0,860 встречались в стаде 14 - 19 EAB - аллелей. Наиболее распространенные EAB - аллели $G_2Y_2E'_1Q'$ и $Y_1A'_1$, маркируют 8,8 - 17,5% поголовья. В стаде в 2022 году с высокой частотой (суммарно 14,5%) встречались новые EAB - аллели $B_2 \pm G_2O_1Y_2D'E'_2G''$, $B_2G_3T_1A'_1B/E_3F_2Q'$, $E_2 \pm E'_3F_2G'O'G''$, $G_2T_2Y_2A'_1B/D'G'IQ'Y'V''$, привнесенные быками симментальской породы из Австрии. Выявлено, что коровы в стаде за 2022 год и, введенные в 2022 году для его ремонта первотелки, сходны по индексу генетического сходства, равному 0,909. Отмечены генетические различия между породой и первотелками. Коэффициент генетического сходства между ними составил 0,704. При сравнении генетических особенностей коров с разным уровнем пожизненной продуктивности выявлено, что у коров с удоем 40 тонн молока и более с высокой частотой (0,043-0,053) встречались EAB - аллели $O_1B_2O_1Y_2D'$, $B_2O_1Y_2$, $D'E'_3F_2G'O'G''$, $O_2A'_2J_2K'O'$. Гомозиготность в этой группе составила 4,3 - 6,7%. При анализе иммуногенетических особенностей у коров с разным возрастом в лактациях отмечено, что коровы, закончившие 6 лактаций и более, имели высокую частоту встречаемости EAB - аллелей B_2O_1 (0,042), E'_3G'' (0,056), I_1Y_2I' (0,034). У коров, закончивших 9 лактаций и более, с частотой 4,8 и более процентов встречались EAB - аллели O_1 , $O_2A'_2J_2K'O'$, Q' , $Y_1A'_1$. У них гомозиготность была на 2% выше.

Ключевые слова: сычевская порода, аллели EAB - локуса, частота встречаемости, гомозиготность, пожизненная продуктивность, продолжительность использования.

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Государственного задания Федерального научного центра лубяных культур (№ FGSS - 2024 - 0003).

Для цитирования: Дмитриева В.И., Кольцов Д.Н., Ермаков М.А. Генетический контроль селекционных процессов в стаде крупного рогатого скота. Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. 2024; 3(4):(60-68). DOI: 10.54016/SVITOK.2024.99.28.008

Поступила: 16.06.2024 Принята к публикации: 24.09.2024 Опубликовано: 27.09.2024

GENETIC CONTROL OF BREEDING PROCESSES IN A HERD OF CATTLE

© 2024. V. I. Dmitrieva, D. N. Koltsov, M. A. Ermakov
Federal Research Center for Bast Fiber Crops,
Tver, Russian Federation

Based on the results of immunogenetic studies for 2016-2022, researchers have established that changes in the gene pool occurred in the herd of JSC «Smolenskoye» under the influence of selection work. In 2016 and 2018, there were 40 EAB alleles in the herd; in 2022, there were 47 in the herd, with 26 in first-calf heifers. With a frequency of 0.762 - 0.860, 14 - 19 EAB alleles were found in the herd. The most common EAB alleles are G₂Y₂E/IQ/ and Y₁A/1, marking 8.8 - 17.5% of the herd. In 2022, new EAB alleles are found in the herd with a high frequency (a total of 14,5%) B₂±G₂O₁Y₂D/E₂G//, B₂G₃T₁A₁B/E₃F₂Q, E₂±E₃F₂G/O/G//, G₂T₂Y₂A₁B/D/G/IQY/B// introduced by Simmental bulls from Austria. It was found that the cows in the herd for 2022 and the first-calf heifers introduced in 2022 for its replacement are similar in terms of the genetic similarity index, equal to 0.909. Researchers have noted genetic differences between the breed and the first-calf heifers. The coefficient of genetic similarity between them is 0.704. When comparing the genetic characteristics of cows with different levels of lifetime productivity, it was found that cows with a milk yield of 40 tons of milk or more had a high frequency (0.043-0.053) of EAB alleles O₁B₂O₁Y₂D, B₂O₁Y₂D/E₃F₂G/O/G//, O₂A₂J₂K/O. Homozygosity in this group was 4.3 - 6.7%. When analyzing the immunogenetic characteristics of cows with different ages in lactations, it was noted that cows that completed 6 or more lactations had a high frequency of occurrence of EAB alleles B₂O₁ (0,042), E/G/G// (0,056), I₁Y₂I (0,034). In cows that had completed 9 lactation or more, EAB alleles O_p, O₂A₂J₂K/O, Q, Y₁A₁ were found with a frequency of 4.8 percent or more. Their homozygosity was 2% higher.

Keywords: the breed of Sychevka, alleles of the EAB-locus, frequency of occurrence, homozygosity, lifetime productivity, duration of use.

Acknowledgements: the research was carried out with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the State Assignment of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (No. FGSS - 2024-0003).

For citation: Dmitrieva V.I., Koltsov D.N., Ermakov M.A. Genetic control of breeding processes in a herd of cattle. Technical crops. Scientific agricultural journal. 2024; 3(4):(60-68). DOI: 10.54016/SVI-TOK.2024.99.28.008

Received: 16.06.2024 Accepted for publication: 24.09.2024 Published: 27.09.2024

Введение. Проблема сохранения генетических ресурсов отечественных локальных пород крупного рогатого скота как основы для дальнейшей селекционной работы по их совершенствованию является весьма актуальной. В виду актуальности, работа по генетическому контролю селекционных процессов в стаде сычевской породы с целью ее сохранения, совершенствования и дальнейшего эффективного использования в селекции представляет научную и практическую значимость.

Достижением науки в прогнозировании племенных и продуктивных качеств крупного рогатого скота является применение молекулярных методов и генетических маркеров [5, 9, 11]. Не теряют своей значимости и

являются актуальными для локальных пород исследования, проводимые многие годы с использованием групп крови для генетической паспортизации пород, для изучения генотипа различных сельскохозяйственных животных, для контроля достоверности происхождения потомков. Отсутствие экспертизы по происхождению племенных животных приводит к тому, что в селекционном процессе будут участвовать 5 - 20% животных, не соответствующих по генетическим характеристикам селекционным планам. Это одна из причин сдерживания прогресса в племенном животноводстве. Генотипы по группам крови с успехом используют для контроля за изменением генетической ситуации в породе, стаде, при изучении влияния групп кро-

ви на продуктивные качества животных [1, 2, 3, 13, 14]. Генетическое маркирование по группам крови способствует изучению наследственных особенностей и потенциальных возможностей животных [6, 8, 10]. Для ускорения селекционных процессов и повышения их эффективности возможно использование генетических маркеров крови в качестве дополнительного критерия, так как знания о генотипе животного позволяют более объективно судить о его наследственности, индивидуальности, изменчивости. Генетический контроль за селекционными процессами в стаде провели с использованием маркерных аллелей EAB-локуса групп крови, так как они более информативны и полнее отражают генетическое разнообразие животных, позволяют учитывать в количественном отношении генетическую изменчивость, служат генетическими маркерами ценных наследственных качеств высокопродуктивных коров.

Грамотное ведение селекционно-племенной работы в стаде всегда определяло увеличение производства продуктов питания. В настоящее время генетический анализ селекционных процессов является частью племенной работы со стадом.

Генофонд каждой породы имеет свою генетическую структуру, которая отличается одна от другой. Даже отдельные стада в пределах одной породы могут значительно различаться.

В связи с этим целью проведенных исследований являлось изучение генофонда в стаде крупного рогатого скота за последние шесть лет; определение основных аллелей EAB - системы групп крови; анализ частоты их встречаемости у коров с разным уровнем пожизненной продуктивности, с разным возрастом в лактациях.

В задачу исследований входило: определить генетическую структуру стада в разные годы; дать, используя в качестве генетических маркеров EAB-аллели, генетическую

характеристику стада за эти годы; сравнить генофонды стада и породы; провести анализ иммуногенетических особенностей коров с разным уровнем пожизненной продуктивности и разным сроком производственного использования.

Методика исследований. Исследования проводили на базе лаборатории зоотехнологий ОП Смоленского НИИСХ ФГБНУ ФНЦ ЛК и племенного завода АО «Смоленское» по племенной работе. В работе использованы данные лабораторного банка по группам крови и данные внутривладельческого племенного учета в программе «СЭЛЕКС – Молочный скот» за период 2000–2022 годов.

Исследования проведены по общепринятым методам иммуногенетики [4, 12]. Цифровой материал обрабатывали с использованием методов популяционного анализа и биометрии в программе Microsoft Excel 2007 [7]. При характеристике генофонда стада по группам крови определяли частоты встречаемости аллелей, гомозиготность, число эффективных аллелей, уровень генетического сходства. На протяжении 52 лет в области постоянно проводится аттестация племенных животных, разводимых в области пород, по маркерным аллелям групп крови, что делает возможным проводить мониторинг изменения генофонда как в породе, так и в стаде.

Результаты и их обсуждение. В племенном заводе АО «Смоленское» по племенной работе разводят скот сычевской породы. Для установления разнообразия селекционного стада в разные годы использовали иммуногенетический мониторинг аллелей EAB - локуса групп крови, что позволяет анализировать изменения генетической ситуации в стаде и даёт возможность объективно контролировать в нем селекционные процессы.

Особых различий по генетическому разнообразию стада в 2016 и 2018 годах не отмечено (табл. 1). У животных выделено по 40 EAB - аллелей.

Таблица 1 – Мониторинг аллелей EAB - локуса групп крови по годам

EAB – аллели	2016 n = 200	2018 n =387	2022 n=217	2022 первотелки n=52	По породе n=1269 (2020 г.)
b	0,017	0,029	0,046	0,058	0,071
A ₁ B'	0,012	0,008	0,005	-	0,030
B ₁ I ₁ Q	0,020	0,024	0,053	0,067	0,043
B ₁ G ₂ KO'	0,007	0,008	0,005	-	0,009
B ₁ G ₂ O ₁	0,002	0,001	0,009	0,019	0,011
B ₂ ±G ₂ O ₁ Y ₂ D/E' ₂ G''	-	-	0,044	0,029	0,032
B ₂ G ₃ T ₁ A' ₁ B/E' ₃ F' ₂ Q'	-	-	0,025	0,019	-
B ₂ O ₁	0,047	0,039	0,023	0,038	0,015
B ₂ O ₁ Y ₂	0,025	0,033	0,012	-	0,011
B ₂ O ₁ Y ₂ D'	0,020	0,013	-	-	0,018
D/E' ₃ F' ₂ G/O' G''	0,010	0,008	0,028	0,010	0,004
E' ₂ ±E' ₃ F' ₂ G/O'G''	-	-	0,025	0,106	-
E' ₃ G''	0,063	0,064	0,025	0,029	0,013
E' ₃ G/G''	0,065	0,045	0,071	0,019	0,044
G ₂ O ₁	-	0,006	0,005	-	0,006
G ₃ O ₁ T ₁ A' ₂ E' ₃ F' ₂ K' G''	0,002	0,011	0,012	0,010	0,041
G ₂ T ₂ Y ₂ A' ₁ B/D'G/Q'Y/B''	0,015	0,013	0,007	0,010	0,015
G ₂ T ₂ Y ₂ A' ₁ B/D'G/I'Q'Y/B''	-	-	0,051	0,038	0,027
G ₂ Y ₂ E' ₁ Q'	0,175	0,167	0,135	0,087	0,180
G ₂ Y ₂ D'	0,022	0,043	0,025	0,010	0,043
G ₁ A' ₁	0,068	0,050	0,025	0,029	0,004
I ₁ Y ₂ E' ₃ G/G''	0,015	0,004	0,002	-	0,012
I ₁ Y ₂ I'	0,012	0,019	0,039	0,038	0,028
I ₁ O ₂ A' ₂ K/Q'	0,002	0,001	-	-	0,007
I ₂	0,034	0,024	0,018	0,019	0,002
O ₁	0,015	0,018	0,025	0,029	0,003
O ₁ I'Q'	0,025	0,023	0,028	0,038	0,081
O ₂ A' ₂ J' ₂ K/O'	0,015	0,012	-	-	0,027
O'	0,030	0,034	0,014	0,029	0,020
O ₁ Q'	0,002	0,005	0,002	-	0,002
O ₁ Y ₂ E' ₃ G' G''	-	0,001	0,046	0,038	0,026
Q'	0,058	0,081	0,058	0,048	0,045
Y ₁ A' ₁	0,110	0,107	0,088	0,163	0,066
Число остальных аллелей	13	11	17	2	28
Их суммарная частота	0,112	0,133	0,049	0,020	0,091
Всего выявлено аллелей	40	40	47	26	59
Коэффициент гомозиготности, %	6,7	6,7	5,5	6,9	5,1
Число эффективных аллелей (Na)	15	15	18	14	20

Гомозиготность по стаду в эти периоды составляла 6,7%. Генетическую структуру стада за периоды исследования характеризовали основные ЕАВ-аллели с частотой встречаемости 2% и более. За эти годы четырнадцать основных ЕАВ - аллелей суммарно встречались с частотой 0,762 - 0,763. Среди них по семь аллелей встречались более чем у четырех процентов коров. Их суммарная частота составила, соответственно, 0,586 - 0,557. В 2016 году это были следующие ЕАВ - аллели: B_2O_1 , $E_3G/G//$, $E_3G/$, G_1A_1 , $Q/$, в 2018 году – $E_3G/G//$, $E_3G/$, $G_2Y_1D/$, G_1A_1 , $Q/$ и наиболее распространенные в стаде ЕАВ - аллели $G_2Y_2E_1Q/$ и Y_1A_1 , которые маркировали 10,7 - 17,5% поголовья.

В 2022 году в стаде насчитывалось 47 ЕАВ - аллелей, среди них 19 основных с частотой встречаемости 0,860, в том числе суммарная частота девяти аллелей составляла 0,592. В стаде с высокой частотой встречались новые ЕАВ-аллели: $B_2 \pm G_2O_1Y_2D/E_2G//$, $B_2G_3T_1A_1V/E_3F_2Q/$, $E_2 \pm E_3F_2G/O/G//$, $G_2T_2Y_2A_1V/D/G/I/Q/Y/V//$, $O_1Y_2E_3G/G//$, привнесенные быками симментальской породы, завезенными из Австрии. Суммарно их частота составила 19,1%. В этот период с наибольшей частотой встречались ЕАВ - аллели $G_2Y_2E_1Q/$ (0,135) и Y_1A_1 (0,088). Снижалась в стаде частота встречаемости ЕАВ - аллелей $B_2O_1Y_2D/$, $I_1O_2A_2K/Q/$, $O_2A_2J_2K/O/$. Коэффициент гомозиготности по стаду - 5,5%, что подтверждается наибольшим разнообразием ЕАВ-аллелей в этот период.

У первотелок, введенных в основное стадо в 2022 году, отмечена высокая степень консолидации наследственного материала, маркированного ЕАВ-аллелями, выявлено всего 26 ЕАВ-аллелей, что свидетельствует о недостаточном уровне наследственной изменчивости у животных. По сравнению со стадом в этой группе на 1,4% была выше гомозиготность. У ремонтных животных с высокой частотой была ЕАВ-аллель $E_2 \pm E_3F_2G/O/G//$ (10,6%) и значительно повысилась частота

встречаемости аллеля Y_1A_1 - 16,3%, что на 7,5% выше, чем в этот год по стаду. Отмеченные изменения в генофонде первотелок связаны с тем, что в стаде широко использовали завезенного из Австрии быка симментальской породы Дюшес 5462 с генотипом $E_2 \pm E_3F_2G/O/G// / Y_1A_1$. На 5,2, - 4,8%, соответственно, снизилась у первотелок частота встречаемости ЕАВ-аллелей $E_3G/G//$, $G_2Y_2E_1Q/$.

В разные годы в стаде число эффективных аллелей, которые отражают его гетерозиготность, равнялось 14-18. Процент групповой гомозиготности составлял 5,5 - 6,9, что свидетельствует о достаточном уровне генетического разнообразия в стаде.

Сходство и различие между животными стада АО «Смоленское» в разные годы и сычевской породой оценили по индексам генетического сходства, рассчитанным по частоте встречаемости аллелей ЕАВ-локуса групп крови. Установлено, что значительных генетических изменений за шесть лет между сравниваемыми группами в стаде и породой не наблюдалось. Некоторые различия отмечены между стадом в 2018 и 2022 годах и между породой и первотелками стада. Индексы генетического сходства между ними равны, соответственно, 0,768 и 0,704. Близки по генетическому сходству коровы в стаде за 2022 год и введенные в 2022 году для его ремонта первотелки. Коэффициент генетического сходства между этими группами составил 0,909.

Аллели ЕАВ-локуса использовали в качестве генетических маркеров при оценке наследственных качеств высокопродуктивных коров стада по уровню пожизненной продуктивности.

У коров с разным уровнем пожизненного удоя определены наиболее распространенные ЕАВ-аллели. Установлено, что у них 5-10 ЕАВ-аллелей встречались с частотой 4,2% и более, и суммарная частота их встречаемости составила 0,403 - 0,567 (табл. 2).

Таблица 2 – Наиболее распространенные EAB-аллели у коров с разным уровнем пожизненной продуктивности

Уровень продуктивности, (кг, молока)	Выделено EAB - аллелей	Основные EAB аллели (2% и выше) n/их суммарная частота	Аллели EAB - локуса групп крови с частотой 4,2% и более	Их суммарная частота
До 25000 n=429	54	16/0,717	Q' (0,102), G ₂ Y ₂ E ₂ Q' (0,095), Y ₂ A ₂ ' (0,081), b (0,058), E ₃ G' ^{//} (0,050), E ₃ G' ^{//} (0,043)	0,429
25001 - 40000 n= 220	48	16/0,742	G ₂ Y ₂ E ₂ Q' (0,117), Y ₂ A ₂ ' (0,099), Q' (0,077), E ₃ G' ^{//} (0,068), I ₂ (0,042)	0,403
40001-50000 n = 151	39	21/0,818	G ₂ Y ₂ E ₂ Q' (0,109), Y ₂ A ₂ ' (0,060), E ₃ G' ^{//} (0,060), O ₁ (0,053), E ₃ G' ^{//} (0,050), b (0,050), B ₂ O ₁ Y ₂ D' (0,050), B ₂ O ₁ Y ₂ (0,046), O ₂ A ₂ 'J ₂ K'O' (0,046), D'E ₃ F ₂ G' ^{//} O' ^{//} (0,043)	0,567
Удой 50001 и выше n = 39	29	17/0,851	B (0,179), Y ₂ A ₂ ' (0,097), G ₂ Y ₂ E ₂ Q' (0,071), Q' (0,060), O ₂ A ₂ 'J ₂ K'O' (0,048), E ₃ G' ^{//} (0,048)	0,503
По проанализированному поголовью (n=839)	57	18/0,755	b (0,057), G ₂ Y ₂ E ₂ Q' (0,102), Y ₂ A ₂ ' (0,083), O ₂ A ₂ 'J ₂ K'O' (0,032), Q' (0,082) E ₃ G' ^{//} (0,044), E ₃ G' ^{//} (0,054)	0,454

У всех животных в независимости от их пожизненной продуктивности с высокой частотой встречались EAB-аллели G₂Y₂E₂Q' (0,117-0,071), Y₂A₂' (0,099-0,060), E₃G'^{//} (0,068-0,050), E₃G'^{//} (0,060-0,043). У них была также высокая частота встречаемости аллеля Q', но у животных при уровне удоя 50 тонн и выше она на 4% ниже, чем у коров с удоем за период производственного использования до 25 тонн. При удое 40001-50000 кг молока с высокой частотой (0,043 и более) у коров встречались EAB-алле-

ли O₁ (0,053), B₂O₁Y₂D' (0,050), B₂O₁Y₂ (0,046), D'E₃F₂G'^{//}O'^{//} (0,043). По частоте встречаемости у коров с удоем 25-40 тонн эти аллели также можно считать основными. При пожизненной продуктивности 50 тонн и более высокий процент встречаемости (более 4,6) был у EAB-аллеля O₂A₂'J₂K'O', который, у коров с продуктивностью до 25 тонн, встречался только у 2,3%. Показатели гомозиготности при разном уровне пожизненных удоев представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели гомозиготности у коров при разном уровне пожизненных удоев

Пожизненная продуктивность, кг	Число животных в группе (гол.)	Коэффициент гомозиготности, %	Средний удой, кг (M±m)	Cv, %	Продолжительность использования, лактаций (M±m)	Cv, %
До 25000	429	4,6	15278±285	38,5	3,1±0,05	35,9
25001-40000	220	5,0	31198±281	13,4	5,3±0,08	23,8
40001-50000	151	4,3	43914±190	5,3	6,6±0,1	22,2
50001-и выше	39	6,7	59016±1805	19,1	7,9±0,2	18,51
По выборке	839	4,4	26665±492	17,4	6,9±0,1	22,7

Гомозиготность у коров с пожизненным удоем до 25000 кг молока равнялась 4,6%. У животных этой группы имеются предпосылки повышения пожизненной продуктивности при целенаправленной селекции. На это указывает коэффициент вариации, равный 38,5%. То, что в группе коров с пожизненным удоем 50001 кг молока и выше гомозиготность равна 6,7% - закономерно, так как генетическое разнообразие EAB-аллелей в ней сужается (выделено 29 аллелей). Коэффициент вариации по пожизненной продуктивности, равный 19,1%, свидетельствует об ее однородности у потомков.

В молочном скотоводстве увеличение продолжительности производственного использования маточного поголовья, и особенно высокопродуктивных коров, является условием повышения его конкурентоспособности. Поэтому, проведя анализ изменения генофонда животных в стаде по годам, анализ иммуногенетических особенностей у коров с разным уровнем пожизненной продуктивности, определили частоту основных EAB - аллелей в группах коров с разным возрастом в лактациях (табл. 4).

Таблица 4 – Частота встречаемости EAB - аллелей у коров с разным возрастом в лактациях

Аллели EAB – локуса	Возраст в лактациях				Среднее по группе n=595
	До 3-х n=227	4-5 n=190	6 и более n=178	9 и более n=21	
B	0,046	0,045	0,051	0,048	0,047
A ₁ B'	0,004	0,011	0,020	0,024	0,011
B ₁ I ₁ Q	0,013	0,029	0,028	0	0,023
B ₁ G ₂ KO'	0,011	0,003	0,008	0	0,008
B ₂ O ₁	0,026	0,034	0,042	0,071	0,034
B ₁ O ₁ Y ₂	0,042	0,026	0,022	0,024	0,025
B ₂ O ₁ Y ₂ D'	0,013	0,013	0,028	0	0,018
G ₁ A ₁ '	0,022	0,050	0,011	0	0,028
E ₃ G' ₃ G''	0,068	0,045	0,045	0	0,054
E ₃ G''	0,048	0,047	0,056	0,095	0,050
D'E ₃ F ₂ G'O/G''	0,020	0,008	0,008	0,024	0,013
G ₂ Y ₁ D'	0,048	0,024	0,028	0	0,034
G ₂ Y ₂ E ₁ Q'	0,152	0,132	0,154	0,167	0,146
I ₁ Y ₂ E ₃ G' ₃ G''	0,020	0,034	0,020	0	0,024
I ₁ Y ₂ I'	0,015	0,034	0,034	0,048	0,027
I ₂	0,015	0,013	0,022	0,024	0,017
O ₁ A ₁ '	0,007	0,024	0,011	0,024	0,013
O ₁ A ₁ I'	0,020	0,016	0,017	0,048	0,018
O ₁	0,020	0,029	0,020	0,048	0,023
O ₁ Q'	0,013	0,021	0,006	0,024	0,013
O ₁ I/Q'	0,051	0,021	0,020	0,024	0,032
O ₂ A ₂ J ₂ K/O'	0,022	0,021	0,020	0,048	0,021
O'	0,031	0,018	0,022	0,024	0,021
Q'	0,051	0,103	0,073	0,048	0,076
Y ₁ A ₁ '	0,079	0,087	0,101	0,119	0,088
Число других аллелей	25	17	30	3	37
Их суммарная частота	0,143	0,112	0,133	0,068	0,136
Всего аллелей	50	42	55	21	62
Гомозиготность	0,054	0,055	0,058	0,076	0,053
Число эффективных аллелей	19	18	17	13	19

Установлено, что во всех анализируемых группах с высокой частотой (0,132 - 0,167) встречалась ЕАВ-аллель $G_2Y_2E_1Q'$. Суммарная частота ЕАВ-аллелей B_2O_1 , $B_1O_1Y_2$, E_3G/G'' , E_3G/G'' , G_2Y_1D' , $I_1Y_2E_3G/G''$, O_1 , O_1I/Q' , $O_2A_2J_2K/O'$, Q' , Y_1A_1 в группах составляла от 0,447 до 0,475. Но, если у коров закончивших 3 лактации, чаще встречались ЕАВ-аллели $B_1O_1Y_2$, E_3G/G'' , G_2Y_1D' , O_1I/Q' , с частотой соответственно, 0,042, 0,068, 0,048, 0,051, то у коров, закончивших 6 лактаций и более, с большей частотой встречались аллели B_2O_1 , E_3G/G'' , I_1Y_2I' , соответственно, 0,042, 0,056, 0,034. Частота встречаемости ЕАВ-аллеля I_1Y_2I' у коров с возрастом до трех лактаций равнялась 0,015, а у коров, закончивших 9 и более лактаций, его частота - 0,048. У них с частотой 4,8 и более процентов встречались ЕАВ-аллели O_1 , $O_2A_2J_2K/O'$, Q' , Y_1A_1 . В генотипе этих коров выявлены 21 ЕАВ-аллели, т.е. генетическое разнообразие в группе ниже, чем в трех остальных. В этой группе коров гомозиготность составила 7,6%, что на 2% выше, чем в других группах. У двух коров в генотипах встречались только аллели, характерные для сычевской породы скота, и среди них редкие ЕАВ-аллели сычевской породы ($B_1I_1T_1A_1'$, G_1O'), которые из стада элиминировали. У коровы Влага 1016 (закончила 9 лактаций, получено 8 телят) в генотипе аллели G_1O'/O' , у коровы Ева 544 (закончила 10 лактаций, получено 9 телят) — аллели $B_1I_1T_1A_1'/Q'$. Пожизненная продуктивность этих коров была равна соответственно 39,58 тонн молока.

От каждой коровы племенного завода в 2023 году надоено по 6462 кг молока. К ос-

новным факторам, от которых зависит уровень продуктивности, относятся наряду со сбалансированным кормлением и правильным содержанием животных селекционно-племенная работа, направленная на совершенствование племенных и продуктивных качеств крупного рогатого скота.

Выводы. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено следующее. 1. В процессе проводимой селекционной работы происходят изменения в генофонде стада, во всех анализируемых группах с высокой частотой встречаются аллели $G_2Y_2E_1Q'$ (0,087 - 0,175), Y_1A_1 (0,088 - 0,163), Q' (0,048 - 0,081). 2. При сравнении генетических особенностей коров с разным уровнем пожизненной продуктивности выявлено, что при удое 40001-50000 кг молока с частотой 0,043 и более у коров встречались ЕАВ-аллели O_1 (0,053), $B_2O_1Y_2D'$ (0,050), $B_2O_1Y_2$ (0,046), $D/E_3F_2G/O'/G''$ (0,043). 3. У коров с пожизненной продуктивностью 50 тонн и более был высокий процент (более 4,6) встречаемости ЕАВ-аллелей $O_2A_2J_2K/O'$, которые у животных с продуктивностью до 25 тонн встречаются только у 2,3%. 4. У животных, закончивших девять и более лактаций, чаще встречались ЕАВ-аллели B_2O_1 (0,071), I_1Y_2I' (0,048), O_1 (0,048), $O_2A_2J_2K/O'$ (0,048), у закончивших три лактации - ЕАВ-аллели $B_1O_1Y_2$ (0,042), E_3G/G'' (0,068), G_2Y_1D' (0,048), O_1I/Q' (0,051). Выявленные аллели следует учитывать в селекционной работе для сохранения в стаде ценных наследственных особенностей высокопродуктивных животных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриева В.И., Кольцов Д.Н., Гонтов М.Е. Аллели ЕАВ - локуса групп крови в селекции крупного рогатого скота по продуктивности // Аграрный вестник Юго – Востока. – 2018. – №1(18). – С. 10-13.

2. Дмитриева В.И., Кольцов Д.Н., Гонтов М.Е. Генетическая характеристика сычевской породы крупного рогатого скота по маркерным генам групп крови // Современное состояние и перспективы совершенствования симментальской породы: Материа-

лы международной научно - практической конференции. – Дубровицы: ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, 2018. – С. 33-39.

3. Дмитриева В.И., Кольцов Д.Н., Гонтов М.Е. Генетический мониторинг стада крупного рогатого скота сычевской породы // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2023. – №3. – С. 83-88.

4. Животовский Л.А., Машуров А.М. Методические рекомендации по статистическому анализу иммуногенетических данных

для использования в селекции животных. – Дубровицы, 1974. – 30 с.

5. Захаров В.М. Дунин М.И. Перспективы использования иммуногенетических методов на современном этапе развития животноводства // Зоотехния. – 2021. – №8. – С. 2-6.

6. Кондратюк Е.А. Оценка продолжительности жизни молочных коров с использованием эритроцитарных антигенов В - системы групп крови // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – №5. – С. 69-72.

7. Меркурьева Е.К. Генетические основы селекции в скотоводстве. – М.: Колос, 1977. – 239 с.

8. Попов Н.А., Некрасов А.А., Федотова Е.Г. Продолжительность продуктивного использования коров в стаде черно-пестрой породы // Зоотехния. – 2019. – №7. – С. 8-12.

9. Попов Н., Некрасов А., Федотова Е. Генетическое маркирование в селекции скота // Животноводство России. – 2020. – №3. – С. 39-43.

10. Сафронов С.Л., Костомахин Н.М., Соловьева О.И., Остроухова В.И. Сравнительная характеристика молочной продуктивно-

сти коров разного продуктивного долголетия // Зоотехния. – 2022. – №4. – С. 26-28.

11. Сермягин А.А., Гладырь Е.А., Харитонов С.Н., Ермилов А.Н., Стрекозов Н.И., Брем Г., Зиновьева Н.А. Полногеномный анализ ассоциаций с продуктивными и репродуктивными признаками у молочного скота в российской популяции голштинской породы // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. – №2. – С. 182-193.

12. Сороковой П.Ф. Методические рекомендации по исследованию и использованию групп крови в селекции крупного рогатого скота. – Дубровицы, 1974. – 40 с.

13. Тяпугин С.Е., Калашникова Л.А., Новиков А.А. Генетическая экспертиза племенной продукции в животноводстве по группам крови и маркерам ДНК // Зоотехния. – 2022. – №5. – С. 2-5.

14. Шукюрова Е.Б., Марзанов Н.С. Мониторинг аллелофонда ЕАВ-локуса групп крови в процессе селекции голштинского крупного рогатого скота // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2021. – №6. – С. 80-84.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дмитриева Валентина Ивановна, канд. с.-х. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, ORCID: 0000-0002-3066-2182

Кольцов Дмитрий Николаевич, доктор биол. наук, доцент, зам. директора по региональному развитию, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, ORCID: 0000-0002-3977-8552, e-mail: koltsovdm@yandex.ru

Ермаков Михаил Андреевич, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, ORCID: 0009-0004-8624-1637, e-mail: Ermacov.mica@mail.ru

Valentina I. Dmitrieva, PhD in Agricultural Sciences, associative professor, leading researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolsky pr., Tver, Russian Federation, 170041, ORCID: 0000-0002-3066-2182

Dmitry N. Koltsov, DSc in Biological Sciences, associative professor, deputy director, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolsky pr., Tver, Russian Federation, 170041, ORCID: 0000-0002-3977-8552, e-mail: koltsovdm@yandex.ru.

Mikhail A. Ermacov, junior researcher, Fellow Federal State Budget Research Institution «Federal Research Center for Bast Fiber Crops», Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolsky pr., Tver, Russian Federation, 170041, ORCID: 0009-0004-8624-1637, e-mail: Ermacov.mica@mail.ru