

Иммуногенетический мониторинг линий сычевской породы крупного рогатого скота

Михаил Елисеевич Гонтов, Дмитрий Николаевич Кольцов,
Валентина Ивановна Дмитриева, Светлана Алексеевна Русанова

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Смоленск,
Россия
e-mail: gontov@yandex.ru

Аннотация. Представлены результаты иммуногенетического мониторинга с 1986 по 2020 г. линий быков-производителей Аниса 4593 ЗСВ-236 ($n = 287$), Ликера 5412 ЗСВ-585 ($n = 263$) и Тореадора 3032 ЗС-485 ($n = 627$) сычевской породы крупного рогатого скота в Смоленской области с использованием в качестве генетических маркеров эритроцитарных антигенных факторов ЕАВ-локуса групп крови. Вследствие проводимых кроссов линий, а также интродукции генов голштинской породы красно-пестрой масти в каждой линии наблюдали расширение генетического разнообразия. Коэффициент генетического сходства между линиями животных, разводимых в 1986 г. и их потомков в 2020 г., составил 52,8–61,9, что указывает на значительное изменение генетической структуры каждой линии. В линиях сократилось количество животных – носителей маркерных, следовательно, и других аллелей, специфичных для родоначальников линий или их продолжателей. Получили распространение животные с другими аллелями, унаследованными от сычевской и голштинской пород. В линии Аниса наиболее распространены его потомки, маркированные аллелями ЕАВ-локуса, $G_2Y_2E_1Q$ (27 %), b (16,7 %), $O_1I'Q$ (9,1%); в линии Ликера – $B_1I_1T_1A_1$ (11,1 %), E_3G (10,1 %), $G_2Y_2E_1Q$ (10,1%); в линии Тореадора – $O_1I'Q$ (19,5 %), Y_1A_1 (16 %), $G_2Y_2E_1Q$ (11,3 %).

Ключевые слова: сычевская порода; линия; генетический маркер; мониторинг.

Для цитирования: Гонтов М. Е., Кольцов Д. Н., Дмитриева В. И., Русанова С. А. Иммуногенетический мониторинг линий сычевской породы крупного рогатого скота // Аграрный научный журнал. 2022. № 6. С. 60–65. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i6pp60-65>.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECNICS

Original article

Immunogenetic monitoring of lines the breed of Sychevka cattle

Mikhail E. Gontov, Dmitry N. Koltsov, Valentina I. Dmitrieva, Svetlana A. Rusanova

Federal State Budget Research Institution “Federal Research Center of Bast Fiber Crops”, Smolensk, Russia
e-mail: gontov@yandex.ru

Abstract. The results of immunogenetic monitoring from 1986 to 2020 of the lines of Anis 4593 ZSV – 236 ($n = 287$), Liker 5412 ZSV-585 ($n = 263$), and Toreador 3032 ZS-485 ($n = 627$) of the breed of Sychevka cattle in the Smolensk region, using red blood cell antigenic factors EAB – locus of blood groups as genetic markers are presented. As a result of the line crosses carried out, as well as the introduction of genes of the Red-and-White Holstein breed, an expansion of genetic diversity is observed in each line. The coefficient of genetic similarity between the animals of the lines breed in 1986 and their descendants in the male line in 2020 is 52.8-61.9, which indicates a significant change in the genetic structure of each line. The number of animals carrying marker and, consequently, other alleles specific to the progenitors of the lines or their successors has decreased in the lines. Animals with other alleles inherited from the breeds of Sychevka and Holstein Red-and-White have become widespread. In the Anise line, its descendants are most common, marked with alleles of the EAB locus $G_2Y_2E_1Q$ (27%), b (16,7%), $O_1I'Q$ (9,1%); in the Liker line – $B_1I_1T_1A_1$ (11,1%), E_3G (10,1%), $G_2Y_2E_1Q$ (10,1%); in the Toreador line – $O_1I'Q$ (19,5%), Y_1A_1 (16%), $G_2Y_2E_1Q$ (11,3%).

Keywords: breed of Sychevka; line; genetic marker; monitoring.

For citation: Gontov M. E., Koltsov D. N., Dmitrieva V. I., Rusanova S. A. Immunogenetic monitoring of lines the breed of Sychevka cattle. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(6):60–65. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i6pp60-65>.

Введение. Для совершенствования продуктивных и племенных качеств пород крупного рогатого скота при чистопородном разведении традиционно используется метод разведения по линиям [6, 7, 8, 10, 11]. При этом все поголовье селекционируемой породы расчленяется на отдельные группы (линии), в которых каждое животное в своей родословной имеет одного и того же предка, выдающегося по продуктивным качествам потомства, – быка-производителя, по кличке которого и называется линия. Линейное разведение считается высшим методом племенной работы, позволяющим сохранять и умножать в потомстве лучшие наследственные особенности родоначальника линии, избегать нежелательного родственного разведения.





Линия не должна представлять нечто застывшее, умелым подбором животных необходимо направленно развивать ее качественные особенности и при необходимости дополнять новыми. При появлении в потомстве быка-производителя, оцененного и превосходящего по качеству потомства родоначальника, ведется закладка новой линии [5]. Данные последних исследований с использованием иммуногенетических маркеров показывают, что некоторые линии крупного рогатого скота существуют довольно продолжительное время и являются чисто генеалогическими [4].

В сычевской породе крупного рогатого скота при ведении племенной работы в хозяйствах области в настоящее время выделено 14 основных генеалогических комплексов [2], используемых в качестве отдельных селекционных единиц. Из-за сокращения поголовья численность в этих группах различается. Прилитие крови голштинской породы красно-пестрой масти в качестве улучшающей изменило генофонд сычевской породы в целом, что должно отразиться на отдельных линиях.

В практике планы селекционной работы составляются на основе записей родословных животных, которые не всегда отражают наследственность, сходство с родоначальником линии, которое при смене поколений может быть утеряно. В таком случае будут сделаны ошибочные прогнозы, а от реализации планов не будут получены ожидаемые результаты. Поэтому иммуногенетический мониторинг генетической структуры отдельных линий быков-производителей с использованием генетических маркеров групп крови является актуальным.

Целью наших исследований являлось проведение мониторинга генетической структуры животных линий сычевской породы крупного рогатого скота в племенных хозяйствах Смоленской области с использованием маркеров групп крови и выявление существующих изменений для оптимизации селекционного процесса.

Научная новизна исследований заключается в изучении генетической структуры животных отдельных линий сычевского скота с использованием маркерных аллелей EAB-локуса групп крови, выявлении изменений генофонда для коррекции селекционной работы с породой при линейном разведении.

Методика исследований. Для достижения цели решались задачи по дифференциации маточного поголовья на принадлежность к линиям, идентификации исследуемых животных по группам крови, выявлению маркерных аллелей EAB-локуса, анализу аллелофонда линий.

Исследования проводили в лаборатории зоотехнологий Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр лубяных культур» и в племенных хозяйствах Смоленской области в 1986–2021 гг. на крупном рогатом скоте сычевской породы. Из 14 генеалогических групп породы выделили наиболее многочисленные в настоящее время три линии быков-производителей: Аниса 4593 ЗСВ-236, Ликера 5412 ЗСВ-585 и Тореадора 3032 ЗС-485. Группы крови животных определяли общепринятыми методами [9] с использованием 60 реагентов собственного производства.

Принадлежность к линии устанавливали на основании племенных записей, только после подтверждения достоверности записей происхождения. В качестве генетических маркеров использовали аллели EAB-локуса групп крови. Результаты исследований были обработаны на компьютере с учетом методических рекомендаций [3].

Результаты исследований. Родоначальник сычевской линии бык-производитель Анис 4593 ЗСВ-236 родился в 1951 г. Имел живую массу 1261 кг. От него получено многочисленное потомство, в том числе 30 сыновей. Линия утверждена в 1983 г., развивается через сыновей быков-производителей Бутана ЗСВ-561 и Обидчика ЗСВ-717. В настоящее время идентифицировано 357 женских потомков родоначальника с установленными генотипами EAB-локуса групп крови. Данный locus позволяет наиболее информативно характеризовать генетическую структуру, судить о широте генетической изменчивости и степени консолидации наследственного материала в исследуемых группах животных, а также выявлять различия между ними.

В 1986 г. [1] у животных линии Аниса установили 38 EAB-аллелей, что свидетельствовало о достаточной широте генетической изменчивости. Из них 25 маркеров встречались у 99,7 % животных (табл. 1), а 76,3 % являлись носителями только 7 аллелей: E_3G' , Q' , $O_1I'Q'$, B_1I_1Q , b , I_1Y_2I' , $I_1Y_2E_3G'G''$. Коэффициент гомозиготности линии составлял 11,73. Восстановить генотип родоначальника не удалось, поскольку его использовали давно, но приоритетными для размножения и консолидации наследственности считались быки-производители продолжатели линии с маркерами E_3G' , Q' . Дочери быков, унаследовавшие эти 2 маркера, имели превосходство по молочной продуктивности над сверстницами, в генотипах которых были другие аллели.

Для совершенствования продуктивных и технологических качеств животных на маточном поголовье сычевской породы использовались быки-производители голштинской породы красно-пестрой масти и их семья, поэтому в популяцию интродуцированы новые гены, специфичные для голштинов. Соответственно были привнесены и новые маркерные EAB-аллели, ранее не встречавшиеся у отечественной породы. Аллелофонд линии Аниса, как и всей породы, также претерпел значительные изменения. При этом существенное влияние могли оказать проводимые кроссы линий.

Возросла генетическая изменчивость – в настоящее время у животных линии Аниса в EAB-локусе групп крови установлено на 6 аллелей больше по сравнению с 1986 г. При небольшом расхождении в уровне гомозиготности в линии произошли значительные изменения в структуре аллелофонда EAB-локуса групп крови. Вместо 8 исчезнувших маркеров появились 26 аллелей, новых для данной линии.

Частота маркерных генов EAB-локуса групп крови в линиях сычевского скота, %

EAB-аллели	Линия Аниса 4593		Линия Ликера 5412		Тореадора 3032	
	2020 г. n = 357	1986 г. n = 298	2020 г. n = 263	1986 г. n = 297	2020 г. n = 627	1986 г. n = 688
1	2	3	4	5	6	7
b	16,7	7,4	1,1	4,5	2,6	8,6
A ₁ B'	1,5	0	2,1	0	2,8	9,2
B ₁ I ₁ Q	0,6	7,9	8	16,6	1,0	
B ₁ G ₂ KA' ₂ O'	0,3	0	0,4	0	0,2	
B ₁ G ₂ KO'	1,8	0	0,2	0	0,8	
B ₁ G ₂ O ₁	1,3	0,7	1,9	0,5	2,3	7,4
B ₂ O ₁	0,4	0	0	0	5,6	0
B ₂ O ₁ Y ₂	1,5	0	0,8	0	1,8	0
B ₂ O ₁ Y ₂ D'	1,4	0	1,9	0	0,7	0
B'E' ₃ G'G''	0,1	0	0	0	0,5	0,3
B ₁ I ₁ T ₁ A' ₁	0,1	1,9	11,1	10,3	0,4	0
B ₂ Y ₂ G'G''	0,6	0	0	0	0	0
BΓ'Q'	0	0	0	0	0,1	0
B ₁ G ₂ KQE' ₁ F' ₂ G'O'G''	0	0	0	0	0	1,2
B ₁ G ₁ I ₁ O ₁ T ₂ (A' ₂)P'B''	0,1	0	0,2	0	0,3	0
B ₁ G ₂ KE' ₁ F' ₂ G'O'G''	0	0	0	0	0,2	0
BG ₃ T ₁ A' ₁ B'E' ₃ F' ₂ Q'	0	0	8,6	0	0	0
D'E' ₃ F' ₂ G'O'G''	0,1	0	0	0	0,4	0
E' ₃ G''	1,7	0	0,4	0	0,3	0
E' ₃ G'	4,1	26,0	10,1	4,2	0,9	1,5
G ₂ O ₁	0,3	0,7	1,7	5,7	0,5	0
G ₁ A' ₁	0	0,5	0	0	0	0
G ₃ O ₁ T ₁ A' ₂ E' ₃ F' ₂ I'K'	0	0,5	0,6	5,9	0,5	1,6
G ₃ O ₁ T ₁ A' ₂ E' ₃ F' ₂ K'G''	0	0	8,6	0	0,2	0
G ₃ O ₁ T ₁ A' ₂ E' ₃ F' ₂ K'	0	2,2	0	0,2	0	1,3
G ₃ T ₁ A' ₁ B'E' ₃ F' ₂ G''	0,1	0	0	0	0,1	0
G ₂ T ₂ Y ₂ A' ₁ B'D'G'Q'Y'B''	0	2,7	0	1,5	0,1	4,1
G ₂ T ₂ Y ₂ A' ₁ B'D'G'Q'B''	0,7	0	0,6	0	0,2	0
G ₂ Y ₁ D'	1,1	0	8	0	0,7	0
G ₂ Y ₂ E' ₁ Q'	27	1,5	10,1	2,7	11,3	1,7
G ₁ A' ₁	0	0,5	0,2	0,3	0	0
G ₁ O'	0,4	0	0	0	0,2	0
G ₂ O ₁ E' ₁ Q'	0,1	0	0,2	0	0,1	0
Γ'Q'	0,1	0	0,2	0	0,4	8,7
I ₁ Y ₂ E' ₃ G'G''	4,2	6,7	1,5	8,3	5	0
I ₁ Y ₂ Γ'	4,6	5,7	1,1	6,2	1,7	3,6
I ₁ O ₂ A' ₂ K'Q'	1,7	0	1	0	1,1	0
I ₂	0,1	0	0,6	0	0,2	0
I ₁ O ₁ A' ₂ E' ₁ Γ'K'Q'	0,1	0	0,2	0	0	0
O ₁	0,8	1,5	0,2	1,4	1,1	5,2
O ₁ A' ₁	0,1	0	0,2	0	0	3,1



O ₁ I'Q'	9,1	9,2	2,3	4,0	19,5	3,5
O ₂ A ₂ J ₂ K'O'	3,9	0	5,7	0	4,8	0
O'	1	2,5	0,8	3,4	5,4	4,9
O ₁ Q'	0,8	0,5	0,8	0,7	0,2	8,4
O ₁ Y ₂ E ₃ G'G''	2,1	0	1,3	0	2,2	0
P ₂ Y ₂ A ₁ E ₃ Y'	0,4	0	0,6	0	0,6	0,1
P ₁ E ₁ I'G''	0,6	1,7	0	1,5	0,6	4,5
PQA ₁ E ₁ I'	0	0	0,4	0	0,2	0
Q	0	0,5	0,4	0,8	0	0,9
Q'	3,8	13,4	3,1	15,0	5,5	11,3
QA ₂ E ₂ (O')	0,1	0	0,4	0	0,3	0
Y ₁ A ₁	3,5	0	1,9	0	16	0
Y ₂ E ₃ G'I'G''	0	0	0,2	0	0,2	0
Y ₂ D'E ₃ F ₂ O'	0	2,4	0	0,5	0	0
Y ₂	0	0	0	0	0,2	0
A ₁ G'G''	0	0,3	0	1,4	0	0
Количество	41	23	42	22	46	21
Их частота	99,0	96,9	99,7	91,1	100,0	91,1
Прочие аллели	3	15	1	18	0	14
Всего выявлено аллелей	44	38	43	40	46	35
Коэффициент гомозиготности	12,15	11,73	6,81	8,67	9,42	6,22
Эффективные аллели	8,23	8,53	14,68	11,53	10,6	16,1
Индекс сходства между линиями в 1986 и 2020 гг.	61,3		61,9		52,8	

Самыми распространенными (у 69,7 % животных) оказались следующие 7 аллелей: G₂Y₂E₁Q', b, O₁I'Q', I₁Y₂I', I₁Y₂E₃G'G'', E₃G', O₂A₂J₂K'O'. Из них по численности лидирующее положение занимают потомки быков-производителей, унаследовавшие маркер G₂Y₂E₁Q' (27 %), который ранее в линии не встречался. Также в линии отсутствовал ЕАВ-аллель O₂A₂J₂K'O', унаследованный от голштинских быков-производителей. По сравнению с 1986 г. значительно (на 21,9 %) сократилось количество носителей маркера сычевского скота – E₃G', что, несомненно, повлияло на генетическую структуру этой родственной группы. Рассчитанный по частоте встречаемости ЕАВ-аллелей индекс генетического сходства между животными линии Аниса, использовавшимися для производства молока в 1986 г. и в настоящее время, составил 61,3, что свидетельствует о значительном изменении генофонда животных в линии Аниса.

Бык-производитель Ликер 5412 ЗСВ0585 родился в 1959 г. и стал родоначальником новой линии, которая получила признание и утверждена в 1987 г. Это был крупный бык, живой массой 1190 кг с генотипом ЕАВ-локуса – G₃O₁T₁A₂E₃F₂I'K'/G₂O₁. Использовался до 1967 г. по двум ветвям через сыновей быков-производителей Арофона ЗСВ-864 и Аспия ЗСВ-876.

У потомков Ликера в 1986 г. установили в ЕАВ-локусе 40 аллелей, маркирующих генетические особенности животных, что указывает на средний уровень наследственной изменчивости. Из числа наиболее распространенных аллелей (см. табл. 1) 68 % животных являлись носителями 7 маркеров: V₁I₁Q, Q', V₁I₁T₁A₁, I₁Y₂E₃G'G'', G₃O₁T₁A₂E₃F₂I'K', I₁Y₂I', G₂O₁, коэффициент гомозиготности линии составлял 8,67, то есть консолидация наследственного материала была более низкой, чем в линии Аниса. Причем по частоте встречаемости на первом месте стояли маркеры, полученные продолжателями линий с материнской стороны родословной – V₁I₁Q (16,6 %), Q' (15 %).

По сравнению с 1986 г. в настоящее время в линии Ликера также установлен более широкий размах изменчивости. Среди потомков Ликера большинство животных имеют в своих генотипах наследственный материал, маркированный аллелями ЕАВ-локуса групп крови: V₁I₁T₁A₁, E₃G', G₂Y₂E₁Q', VG₃T₁A₁V'E₃F₂Q', G₃O₁T₁A₂E₃F₂K'G'', V₁I₁Q и G₂Y₁D'. Из них (как в 1986 г., так и в 2020 г.) более высокую численность составляли животные с маркерами V₁I₁T₁A₁ (11,1 %), V₁I₁Q (8 %). В линию привнесено 28 аллелей ЕАВ-локуса групп крови, в том числе специфичных для животных голштинской породы G₂Y₁D', O₂A₂J₂K'O', V₂O₁Y₂D', Y₁A₁, O₁Y₂E₃G'G'', V₂O₁Y₂, E₃G'' и др.; для сычевской – A₁V', G₃O₁T₁A₂E₃F₂K'G'', G₂T₂Y₂A₁V'D'G'I'Q'V'', P₂Y₂A₁E₃Y', I'Q' и др.; для симментальской – VG₃T₁A₁V'E₃F₂Q', V₁G₂K'O' соответственно.



В связи с появлением новых генотипов в линии возросло генетическое разнообразие, на 1,86 снизился коэффициент гомозиготности, что свидетельствует о более низкой концентрации отдельного генетического материала. За этот же период времени (35 лет) из линии элиминировали только 5 аллелей EAB-локуса групп крови.

Коэффициент генетического сходства между животными линии Ликера в 1986 г. и животными этой же линии в 2020 г. имеет низкое значение и составляет 61,9, что также подтверждает значительные изменения генетической структуры этой генеалогической группы.

Линия быка-производителя Тореадора 3032 ЗС-485 по сравнению с линиями Аниса и Ликера имеет более раннее основание. Родившийся в 1935 г. Тореадор в 1939 г. был признан чемпионом симментальской породы. Это было большое животное, живой массой 1276 кг во взрослом состоянии. Линия развивается через быков-производителей Важного ЗСВ-0574 и Бульвара ЗСВ-0610, родственные группы которых были представлены для апробации в качестве новых селекционных единиц.

В генотипах животных линии в 1986 г. было установлено 35 EAB-аллелей групп крови с невысокой долей отдельных маркеров. Так доля животных – носителей семи наиболее распространенных маркерных генов Q^1 , A_1B^1 , Γ^1Q^1 , b , O_1Q^1 , $B_1G_2O_1$, O_1 составляла 58,8 %. В соответствии с этим консолидация наследственного материала линии была невысокой (см. табл. 1).

В результате многолетнего разведения линии в ее генофонде произошли значительные изменения в сторону увеличения количества маркерных аллелей EAB-локуса групп крови, а следовательно, и других сопряженных с ними генов, контролирующих физиологические особенности животных (см. табл. 1).

Несмотря на расширение наследственной изменчивости в линии произошла консолидация наследственного материала. Коэффициент гомозиготности составил 9,42, что на 3,2 выше имевшегося в 1986 г. Изменилась структура аллелофонда. Доля коров – носителей маркеров $O_1\Gamma^1Q^1$, Y_1A^1 , $G_2Y_2E^1Q^1$, B_2O_1 , Q^1 , O^1 , $I_1Y_2E^1G^1G^1$ составляет 68,3 %. Особенно увеличилось количество (на 16 %) животных с характерным для сычевского и симментальского скота маркером $O_1\Gamma^1Q^1$. Ранее в линии не было животных с маркерами Y_1A^1 и B_2O_1 , специфичных для голштинской породы. В настоящее время доля животных с этими двумя маркерами составляет 16 и 5,6 % соответственно (см. табл. 1).

Коэффициент генетического сходства между животными линии Тореадора, разводимыми в 2020 г., по сравнению с животными линии, использовавшимися в 1986 г., указывает на то, что аллелофонд соответственно и генофонд линии претерпели значительные изменения, которые необходимо учитывать при дальнейшем совершенствовании линии.

С помощью генетического сходства между исследуемыми линиями в разные периоды времени установлено, что в 1986 г. линия Аниса по структуре аллелофонда имела высокое сходство с линией Ликера (коэффициент сходства 2,2) и существенно отличалась от линии Тореадора (59,2).

Вследствие проводимых кроссов и использования генофонда голштинской породы красно-пестрой масти для улучшения сычевского скота эта линия к 2020 г. значительно дифференцировалась от линии Ликера (69,4) и стала более близкой к линии Тореадора (85,6), табл. 2. Небольшие изменения произошли также в степени обособленности линии Ликера от линии Тореадора. В 1986 г. коэффициент генетического сходства между этими двумя родственными группами составлял 53,2, что соответствует низкому уровню сходства. К 2020 г. произошло небольшое сближение генетической структуры линий, коэффициент сходства составил 67,6.

Таблица 2

Индексы генетического сходства между животными линий Аниса, Ликера и Тореадора в разные периоды времени

Линии	Ликера		Тореадора	
	1986 г.	2020 г.	1986 г.	2020 г.
Аниса	82,2	69,4	59,2	85,6
Ликера			53,2	67,6

Заключение. При помощи иммуногенетического мониторинга линий быков-производителей Аниса 4593 ЗСВ-236, Ликера 5412 ЗСВ-0585 и Тореадора 3032 ЗС- 0485 сычевской породы крупного рогатого скота за период с 1986 по 2020 г. с использованием маркерных аллелей EAB-локуса групп крови установлены значительные изменения генетической структуры этих генеалогических групп. Коэффициент генетического сходства между потомками линий, разводимых в 1986 г., и потомками этих же линий в 2020 г. имеет низкое значение – от 52,8 до 61,9. При планировании селекционной работы с ними следует понимать, что перед нами генеалогические структуры с совершенно новыми генетическими сочетаниями. В настоящее время из изученных трех линий наиболее дифференцирована линия Ликера, коэффициент сходства которой составляет с линией Аниса 69,4, а с линией Тореадора 67,4.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного задания Федерального научного центра лубяных культур (№ FGSS – 2019-0012).



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гонтов М. Е. Использование групп крови В системы в качестве генетических маркеров при совершенствовании линий Леванта и Ликера сычевского скота: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Дубровицы, 1985. 24 с.
2. Дифференциация линий сычевского скота с использованием маркерных генов / Д. Н. Кольцов [и др.] // *Аграрный научный журнал*. 2020. №10. С. 87–93.
3. Животовский Л. А., Машуров А. М. Методические рекомендации по статистическому анализу иммуногенетических данных для использования в селекции животных. Дубровицы, 1974. 30 с.
4. Иммуногенетический анализ линий бурого швицкого скота / М. Е. Гонтов [и др.] // *Аграрный научный журнал*. 2020. № 4. С. 55–60.
5. Кисловский Д. А. Избранные сочинения. М. Колос, 1965. 535 с.
6. Лепехина Т. В., Бакай Ф. Р. Ретроспективный анализ молочной продуктивности коров разных генераций и линий // *Зоотехния*. 2021. № 5. С. 6–9.
7. Попов Н. А. Изменчивость признаков селекции у дочерей отцов разных генотипов // *Зоотехния*. 2021. № 5. С. 2–6.
8. Программа селекционно-племенной работы с сычевской и черно-пестрой породами крупного рогатого скота в Смоленской области на 2013–2022 годы / Д. Н. Кольцов [и др.]. Смоленск, 2013. 301 с.
9. Сороковой П. Ф. Методические рекомендации по исследованию групп крови в селекции крупного рогатого скота. Дубровицы, 1974. 40 с.
10. Характеристика линий сычевской породы крупного рогатого скота по генетическим маркерам / М. Е. Гонтов [и др.] // *Труды Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии*. 2020. Т. 9. № 1. С. 407.
11. Характеристика основных линий и родственных групп скота костромской породы / А. А. Королев [и др.] // *Труды Костромской СХА*. Кострома, 2018. С. 44–53.

REFERENCES

1. Gontov M. E. The use of blood groups in the B system as genetic markers in the improvement of the Levant and Liker lines of Sychev cattle: abstract of Ph.D. dis. ... cand. s.kh. Sciences. Dubrovitsy; 1985. 24 p. (In Russ.).
2. Differentiation of Sychevo cattle lines using marker genes / D. N. Koltsov et al. *Agrarian scientific journal*. 2020;(10):87–93. (In Russ.).
3. Zhivotovsky L. A., Mashurov A. M. Guidelines for the statistical analysis of immunogenetic data for use in animal breeding. Dubrovitsy; 1974. 30 p. (In Russ.).
4. Immunogenetic analysis of lines of brown Swiss cattle / M. E. Gontov et al. *Agrarian scientific journal*. 2020;(4):55–60. (In Russ.).
5. Kislovsky D. A. Selected works. M.: Kolos; 1965. 535 p. (In Russ.).
6. Lepekhina T. V., Bakai F. R. Retrospective analysis of milk productivity of cows of different generations and lines. *Zootechnics*. 2021;(5):6–9. (In Russ.).
7. Popov N. A. Variability of selection traits in daughters of fathers of different genotypes. *Zootechnics*. 2021;(5):2–6. (In Russ.).
8. The program of selection and breeding work with Sychevskaya and black-motley breeds of cattle in the Smolensk region for 2013–2022 / D. N. Koltsov et al. Smolensk; 2013. 301 p. (In Russ.).
9. Sorokovoy P. F. Guidelines for the study of blood groups in cattle breeding. Dubrovitsy; 1974. 40 p. (In Russ.).
10. Characteristics of the lines of the Sychevskaya cattle breed by genetic markers / M. E. Gontov et al. *Proceedings of the Krasnodar Scientific Center for Zootechnics and Veterinary Medicine*. 2020;9(1):407. (In Russ.).
11. Characteristics of the main lines and related groups of cattle of the Kostroma breed / A. A. Korolev et al. Proceedings of the Kostroma Agricultural Academy. Kostroma; 2018. P. 44–53. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 17.11.2021; одобрена после рецензирования 19.11.2021; принята к публикации 01.02.2022.
The article was submitted 17.11.2021; approved after reviewing 19.11.2021; accepted for publication 01.02.2022.

