

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ЛИНИЙ СЫЧЕВСКОГО СКОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАРКЕРНЫХ ГЕНОВ

КОЛЬЦОВ Дмитрий Николаевич, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур»

ГОНТОВ Михаил Елисеевич, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур»

ДМИТРИЕВА Валентина Ивановна, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур»

Представлены результаты генетической дифференциации 10 основных генеалогических групп быков-производителей сычевской породы крупного рогатого скота Смоленской области, с использованием в качестве генетических маркеров генов В-локуса эритроцитарных антигенов групп крови ($n = 2949$). На современном этапе совершенствования породы у исследованных животных установлено 56 маркерных генов EAB локуса, из которых 16 являются общими для всех линий и родственных групп. Наиболее распространены b , $G_2Y_2E_1Q$, $I_1Y_2E_3GG$, I_1Y_1I , O_1I_1Q , $O_2A_1J_2K_1O$, Q , Y_1A_1r . Дифференцировали линии и родственные группы по уровню концентрации маркерных генов, степени гомозиготности и генетическому сходству. Коэффициент генетического сходства (r) между линиями составил от 0,58 до 0,85. Высокий коэффициент сходства между животными отдельных линий и широкое распространение у них идентичного наследственного материала, маркированного аллелем $G_2Y_2E_1Q$, указывают на отсутствие генетических различий между этими линиями. Линии, берущие начало от быков-производителей сычевского и голштинского происхождения, не имеют между собой существенных генетических различий ($r = 0,9$). Предложено направить селекционную работу с использованием генетических маркеров на повышение генетической дифференциации существующих и выведение новых заводских линий.

Введение. При совершенствовании пород животных на улучшение хозяйствственно полезных признаков селекционеры издавна используют метод разведения по линиям, основным принципом которого является выявление выдающегося производителя и распространение его генетических особенностей в потомстве. В племенном молочном скотоводстве применяют внутрилинейное разведение, а также межлинейные кроссы, с помощью которых можно значительно повысить молочную продуктивность крупного рогатого скота [10, 12]. Для прогресса породы, по мнению ученых-корифеев зоотехнической науки [8, 9], необходимо поддерживать разнокачественность ее структурных единиц – линий, для последующего проведения оптимальных кроссов линий. В результате многочисленных исследований предложены различные варианты разведения по линиям [3, 5], базирующиеся в основном на данных племенного учета, полученных практическим (эмпирическим) путем, без учета генетической структуры отдельных линий.

С разработкой иммуногенетического метода исследований и использованием групп крови в качестве генетических маркеров стало возможным объективно определять наследственные особенности, как отдельных, так и целых групп животных [7], контролировать их передачу от родителей потомкам и сохранять желательные [1, 6]. Например, в сычевской по-

роде крупного рогатого скота были выведены новые линии быков-производителей Леванта 5091 и Ликера 5412, маркированные аллелями EAB локуса групп крови родоначальников [2].

Для повышения молочной продуктивности сычевских коров, скорости молокоотдачи, приспособленности к промышленной технологии производства молока был использован мировой генофонд голштинской породы красно-пестрой масти, при этом в генотипы местных животных были привнесены гены, специфичные для голштейнов, с последующим изменением генофонда породы [13]. Соответственно должны были измениться и генетические особенности структурных единиц породы – линий и родственных групп.

В связи с этим исследования по изучению генетической структуры и степени дифференциации линий и родственных групп сычевской породы крупного рогатого скота на современном этапе ее совершенствования, с использованием генетических маркеров в качестве объективных критериев оценки наследственности, имеют актуальное значение для повышения эффективности дальнейшей селекционной работы при разведении «по линиям».

Цель работы – определить генетические особенности и уровень дифференциации линий и родственных групп сычевской породы крупного



рогатого скота с использованием маркерных генов ЕАВ локуса групп крови.

Методика исследований. Для достижения цели решали такие задачи, как приготовление реагентов для определения групп крови, идентификация животных по группам крови, определение их генотипов и дифференциация на линии и родственные группы; проводили анализ генетической структуры. Исследования проводили в 2019 г. на племенном маточном поголовье сычевской породы крупного рогатого скота (2949 гол.) в Смоленской области.

Группы крови и генотипы животных определяли общепринятыми методами иммуно-генетических исследований [11]. В качестве генетических маркеров использовали аллели локуса В эритроцитарных антигенов, отличающегося более высоким разнообразием аллелей по сравнению с другими локусами групп крови. Частоту встречаемости аллелей в линиях, коэффициенты гомозиготности и генетического сходства между линиями рассчитывали с использованием методических рекомендаций [4]. Принадлежность животных к линиям быков-производителей определяли по родословным.

Обработку материалов исследований проводили с использованием программного пакета Microsoft Excel.

Результаты исследований. В процессе селекции крупного рогатого скота неизбежны изменения в составляющих породу генеалогических комплексах. Для контроля за изменениями и для объективной характеристики генетической структуры основных линий и родственных групп сычевской породы использовали маркерные гены ЕАВ локуса групп крови, по частоте встречаемости которых определяли концентрацию интегрированного с ними наследственного материала.

В настоящее время животные племенных хозяйств региона относятся к 14 генеалогическим группам. В обработку вошли 10 основных, наиболее многочисленных групп: Аниса 4593 ЗСВ-236, Вахтера 4333 ЗСВ-57, Данцига 3641 ЗСВ-8, Клевера 68 КЕС-4, Ликера 5412 ЗСВ-585, Тореадора 3032 ЗС-485, Вис Бэк Айдидала 1013415, Рефлекшн Соверинга 198998, Романдейл Шейлимара 265607, Силинг Трайджун Рокита 252803. Животные изученных линий характеризуются наличием 56 генов ЕАВ локуса групп крови. В табл. 1 приведены маркерные ЕАВ-аллели отдельных родственных групп, носителями которых являются не менее 1 % животных, хотя бы в одной из линий. Общее количество таких генов-маркеров в 10 изученных линиях составило 36.

Кроме аллелей, приведенных в табл. 1, у незначительной части поголовья выявлено 20 редко встречающихся в настоящее время аллелей: $B_1G_2KA`2O`$, $B_1`Q`$, $D`E`F_2G`O`G``$, $G_3O_1T_1A_2E_3F_2IK`$, $G_2T_2Y_2A_1B`D`G`Q`B`$, $G_1A`_1$, $G_1O`$, $G_2O_1E`_1Q`$, $I`Q`$, $I`G`G``$, $I_1O_1A`_2E_1IK`Q`$, $O_1A`_1PQA`_1E`_1I`Q`$, $QA`_2E_2(O)$, $Y_2`Y_2E`_3G`I`G``$ и некоторых других. В итоге 56 генов ЕАВ локуса характеризуют наследственную изменчивость основных линий и родственных групп сычевской породы на современном этапе ее совершенствования.

Установили, что все исследованные генеалогические группы животных характеризуются общностью генетического материала, маркированного шестнадцатью ЕАВ-аллелями. Эти идентичные для всех линий и родственных групп маркеры подтверждают генетическое родство между исследованными линиями и принадлежность к сычевской породе. Наибольшее распространение из них получили следующие маркеры: b , $G_2Y_2E`_1Q`$, $I_1Y_2E`_3G`G``$, $I_1Y_2I`$, $O_1I`Q`$, $O_2A`_2J`_2K`O`$, $Q`$, $Y_1A`_1$.

Вместе с общими для всех линий маркерами имеются аллели, специфичные для данной генеалогической группы и определяющие генетические различия. Так, в линии сычевского быка-производителя Аниса 4593 наибольшее количество животных являются носителями аллелей b (16 %), $G_2Y_2E`_1Q`$ (27 %) и только 4,1 % потомков унаследовали маркерный аллель Аниса – $E`_3G`G``$. В родственной группе быка Вахтера 4333 также превалируют животные с маркером $G_2Y_2E`_1Q`$ (21,7 %) и редко встречающимся в породе аллелем $I_1O_2A`_2K`Q`$ (17,9 %). Линия Данцига 3641 выделяется повышенным количеством его потомков с наследственным материалом, маркированным аллелями $Q`$ (31,7 %) и $G_2Y_2E`_1Q`$ (27,1%). В линии быка-производителя Клевера 68, по сравнению с количеством носителей других маркеров, несколько больше коров с аллелем $G_2Y_2E`_1Q`$ (11 %) и редким для породы маркером $B_1G_2KE`_1F`_2G`O`G``$ (12,3 %).

В относительно молодой линии Ликера 5412 маркеры родоначальника линии, а, следовательно, и его гены сохранились у небольшого количества потомков: G_2O_1 – 1,7 %, $G_3O_1T_1A`_2E_3F_2K`G``$ – 8,6 %, но в линии сохранились гены продолжателя линии, быка-производителя Арафона 5491, обозначенные маркером $B_1I_1T_1A`_1$ (11,1 %). Наиболее многочисленная ($n = 627$) линия быка Тореадора 3032 отличается от других родственных групп более высоким генетическим разнообразием, выявлено 49 ЕАВ-аллелей. В генотипах животных, отнесенных к этой линии, более распространены аллели $O_1I`Q`$ (19,5 %), $Y_1A`_1$ (16,0 %), $G_2Y_2E`_1Q`$ (11 %).





Родоначальниками линий и родственных групп Аниса 4593, Вахтера 4333, Данцига 3641, Клевера 68, Ликера 5412, Тореадора 3032 были быки-производители сычевской породы, родившиеся в 1939–1965 г. За длительный период существования линий и смены многих поколений потомки большинства из них утратили гены-маркеры, характерные для родоначальников.

В селекционной работе по совершенствованию сычевского скота был использован мировой генофонд голштинской породы красно-пестрой масти и были привнесены гены, маркированные ЕАВ аллелями: b, B_2O_1 , $B_2O_1Y_2$, $B_2O_1Y_2D$, $B_1G_2KE^F_2G^O^G^E^G_2Y_1D^I_2O_2A^J_2K^O^O_1Y_2E^G_3G^G^Y_1A^Q$. Маркер $G_2Y_2E_1Q$ характерен для обеих пород, но получил широкое распространение в основном из-за использования в породе голштинских быков-производителей или же их потомков – быков с генами голштинов.

Животные сычевской породы, относящиеся к линиям быков-производителей голштинского корня, в своих генотипах имеют в большинстве гены, характерные для голштатинов. Так, в линии быка-производителя Вис Бэк Айдидала 1013415 преимущество по распространению получили маркеры $G_2Y_2E_1Q$ (32,8 %) и $O_2A^J_2K^O^O$ (23,4 %). В линии Рефлекшн Соверинга 198998 – $G_2Y_1D^F$ (15,2 %), $G_2Y_2E_1Q^G$ (14,9 %), B_2Y_2G/G^H (11,6 %). В линии быка-производителя Романдейл Шейлимара 265607 в генотипах животных функционируют преимущественно гены с маркерами $O_2A^J_2K^O^O$ (27,4 %), $B_2O_1Y_2D^F$ (16,9 %) и $G_2Y_2E_1Q^G$ (13,6 %). У потомков быка Силинг Трайджун Рокита 252803 распространен наследственный материал, специфичный для этой породы и меченный генами-маркерами $B_2O_1Y_2$ (25,0 %), Y_1A^Q (24,1 %), $G_2Y_2E_1Q^G$ (17,6 %).

Линии и родственные группы сычевской породы крупного рогатого скота имеют значительные различия по степени консолидации наследственного материала, выражаемой коэффициентом гомозиготности – Са. Высокую степень гомозиготности имеют линии Данцига ($Ca = 18,5$), Силинг Трайджун Рокита ($Ca = 16,5$), Романдейл Шейлимара ($Ca = 13,5$). В этих линиях основное поголовье животных (61–70 %) являются носителями только 3–4 ЕАВ-аллелей. Более низкая консолидация наследственного материала отмечена в линиях Ликера ($Ca = 6,8$), Тореадора ($Ca = 7,7$), Вис Бэк Айдидала ($Ca = 7,9$), Клевера ($Ca = 8,5$), Рефлекшн Соверинга ($Ca = 7,7$), основными маркерами для которых являются 5–8 ЕАВ-аллелей. Линия Аниса и родственная группа Вахтера занимают по степени консолидации наследственности промежуточное по-

ложение между линиями, отмеченными ранее ($Ca = 10,8 – 12,2$).

Уровень генетических различий между генетологическими группами животных определяли с использованием коэффициента генетического сходства, рассчитываемого по частоте встречаемости ЕАВ-аллелей в сравниваемых линиях. В наших исследованиях коэффициент сходства между сравниваемыми линиями и родственными группами сычевского скота варьировал от 0,58 до 0,85 (табл. 2).

По генетической структуре ЕАВ локуса групп крови наиболее специфична линия быка-производителя Ликера 5412, коэффициент сходства (r) которой с другими линиями и родственными группами составляет от 0,58 до 0,73. Также следует выделить линию Клевера, значительно отличающуюся от других, с невысокими ($r < 0,80$) показателями сходства с другими линиями и родственными группами, при $r = 0,61 – 0,74$. Линия Романдейл Шейлимара 265607 по генетической структуре имеет значительные отличия ($r = 0,62$) от линий Рефлекшн Соверинга 198998 и Силинг Трайджун Рокита 252803, несмотря на то, что эти линии имеют общий голштинский корень происхождения.

Высокий уровень генетического сходства ($r \geq 0,80$) прослеживается между животными линий Аниса 4593 и животными, отнесенными к линиям Вахтера 4333, Данцига 3641, Тореадора 3032, Вис Бэк Айдидала 1013415, Рефлекшн Соверинга 198998. Родственная группа быка-производителя Вахтера 4333 генетически близка к линии Данцига 3641 ($r = 0,85$). Небольшие различия установлены между потомками быка-производителя Тореадора 3032 и потомками голштинского быка-производителя Силинга ($r = 0,80$), а также между животными линий быков Вис Бэк Айдидала 1013415 и Романдейл Шейлимара 265607 ($r = 0,81$). Генетические различия между остальными генеалогическими группами животных менее выражены.

Отмеченные генетические сходства и различия между линиями объясняются в основном степенью различий в генотипах используемых быков-производителей и количеством полученного от них потомства.

Таким образом, в настоящее время в генетологических группах сычевского скота можно выделить линии и родственные группы, различающиеся по уровню генетической изменчивости, концентрации наследственного материала и степени наследственных различий. В результате воспроизводственного скрещивания с голштинской породой красно-пестрой масти в сычевской породе получают распространение животные, в генотипах которых



90

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Таблица 1

Характеристика линий и родственных групп сычевской породы крупного рогатого скота по частоте встречаемости аллелей ЕАВ локуса, %

ЕАВ-аллели		Аниса 4593 <i>n</i> = 357	Вахтера 4333 <i>n</i> = 176	Данцига 3641 <i>n</i> = 157	Клевера 68 <i>n</i> = 155	Ликера 5412 <i>n</i> = 263	Тореадора 3032 <i>n</i> = 627	Вис Бэк Айдидала <i>n</i> = 225	Рефлекшн Соверинг 198998 <i>n</i> = 165	Романдейл Шей лимар 265607 <i>n</i> = 166	Силинг Трайджун Рокит 252803 <i>n</i> = 168
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11
b	16,7	2,6	4,2	2,9	1,1	2,6	4,9	3,7	2,4	3,9	3,9
A ₁ B	1,5	2,6	3,9	1,6	2,1	2,8	0,7	2,4	0,6	0,6	0,6
B ₁ I ₁ Q	0,6	1,4	0,7	0,3	8,0	1,0	0,7	0,3	0,9	0	0
B ₁ G ₂ KO	1,8	2,3	0,6	0,2	0,8	1,1	0,9	1,5	1,5	1,2	1,2
B ₁ G ₂ O ₁	1,3	0	1,0	1,9	2,3	0,9	1,8	0,9	0,9	0	0
B ₂ O ₁	0,4	0	0	0,6	0	5,6	0	0,3	0,3	0	0
B ₂ O ₁ Y ₂	1,5	0	0	0,6	0,8	1,8	0,4	0,3	0,3	25,0	25,0
B ₂ O ₁ Y ₂ D	1,4	0	0,3	0	1,9	0,7	0	0	16,9	0,6	0,6
B'F ₃ G`G``	0,1	2,9	0	0	0	0,5	0	0	0	0,3	0,3
B ₁ I ₁ T ₁ A ₁	0,1	0,3	0,7	1,6	11,1	0,4	0,7	0	0,3	0,3	0,3
B ₂ Y ₂ G`G``	0,6	0	0	0	0	0	0,4	11,6	0	0	0
B ₁ G ₁ O ₁ T ₂ P`B`	0,1	0	0	0	0,2	0,3	0	0	6,9	0	0
B ₁ G ₁ KE ₁ F ₂ G`O`G``	0	0,3	0	12,3	0	0,2	0	0	0	0	0
E ₃ G`	1,7	0,3	0	6,8	0,4	0,3	0	2,4	0	0	0
E ₃ G`G`	4,1	1,2	1,0	1,6	10,1	0,9	1,1	6,4	1,2	1,2	1,2
G ₂ O ₁	0,3	0	0,3	1,6	1,7	0,5	0,2	0,3	0,3	0,9	0,9
G ₃ T ₁ A ₁ B`E ₃ F ₂ G``	0,1	0	0,7	0	0	0,1	0	2,4	0	0	0
BG ₃ T ₁ A ₁ B`E ₃ F ₂ Q`	0	0	0	0,3	8,6	0	0	0	0	0	0
G ₃ O ₁ T ₁ A ₂ E ₃ F ₂ K`G``	0	0	0,3	19,0	8,6	0,2	0,4	0,9	0,6	0	0
G ₂ T ₂ Y ₂ A ₁ B`D`G`I`Q`B`	0,7	0,3	0	1,3	0,6	0,2	0,9	1,2	0	0	0
G ₂ Y ₁ D`	1,1	0,9	1,0	0,6	8,0	0,7	0,4	15,2	0,3	0,9	0,9
G ₂ Y ₂ F ₁ Q	27,0	21,7	27,1	11,0	10,1	11,3	32,8	14,9	13,6	17,6	17,6
I ₁ Y ₂ E ₃ G`G``	4,2	3,5	3,3	1,9	1,5	5,0	2,7	3,4	3,9	1,5	1,5
I ₁ Y ₂ I`	4,6	8,7	1,6	3,5	1,1	1,7	2,9	1,2	1,5	0,9	0,9
I ₁ O ₂ A ₂ K`Q`	1,7	17,9	2,0	1,3	1,0	1,1	4,9	2,1	1,2	2,7	2,7
I ₂	0,1	0,3	0	0	0,6	0,2	0,4	2,1	0,3	0	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
O ₁	0,8	0,3	1,0	0,3	0,2	1,1	0,2	0	0	0,3	0,3
O ₁ Q	9,1	3,2	3,9	5,8	2,3	19,5	4,7	1,8	1,8	3,6	3,6
O ₂ A ₂ I ₂ KO	3,9	2,6	1,0	4,2	5,7	4,8	23,4	3,4	27,4	3,0	3,0
O	1,0	0	0,3	0,6	0,8	5,4	0	0,6	0,3	0,9	0,9
O ₁ Q	0,8	1,7	1,0	1,3	0,8	0,2	0,7	2,1	1,5	0	0
O ₁ Y ₂ E ₃ G'G''	2,1	3,5	2,3	4,5	1,3	2,2	2,2	2,1	3,3	0,6	0,6
P ₂ Y ₂ A'1E ₃ Y'	0,4	1,7	0,7	0,3	0,6	0,6	0,7	0,3	1,2	1,2	1,2
P ₁ E ₁ I'G''	0,6	1,4	0,7	0,3	0	0,6	1,1	0	0	0,3	0,3
Q	3,8	8,7	31,7	4,5	3,1	5,5	6,9	5,8	5,4	6,5	6,5
Y ₁ A ₁	3,5	7,2	5,2	5,8	1,9	16,0	2,2	5,2	1,8	24,1	24,1
Итого	33	25	25	30	30	34	27	28	28	23	23
Их частота	97,7	97,5	97,2	98,0	96,3	97,1	98,6	95,1	96,9	98,1	98,1
Редкие аллели	11	11	5	5	15	15	8	14	5	7	7
Всего аллелей	44	36	30	35	45	49	35	42	33	30	30
*Ca	12,2	10,8	18,5	8,5	6,8	7,7	7,9	7,7	13,5	16,1	16,1

* Ca – коэффициент гомозиготности линий.

Таблица 2

Индексы генетического сходства между линиями и родственными группами сывецкой породы крупного рогатого скота

Родоначальники линий	<i>n</i>	Вахтера	Данициага	Клевера	Ликера	Тореадора	Вис Бэк А.	Рефлекши С.	Романдэйл Ш.	Силинга
Аниса 4593	357	0,84	0,83	0,74	0,70	0,86	0,88	0,81	0,76	0,78
Вахтера 43333	176		0,85	0,70	0,62	0,77	0,85	0,73	0,68	0,72
Данициага 3641	157			0,69	0,65	0,79	0,82	0,73	0,69	0,73
Клевера 68	155				0,73	0,75	0,72	0,68	0,61	0,62
Ликера 5412	263					0,67	0,70	0,71	0,67	0,58
Тореадора 3032	627						0,71	0,72	0,72	0,80
Вис Бэк А. 1013415	225							0,75	0,81	0,73
Рефлекши С. 198998	165								0,62	0,69
Романдэйл Ш. 265607	166									0,62



функционируют гены животных голштинской породы, выявляемые с помощью маркерных аллелей системы В групп крови. В создавшейся селекционной ситуации функционирование отдельных генов (например, $G_2Y_2E_1Q$) в потомстве родоначальников нескольких линий, а также высокий коэффициент сходства между отдельными линиями (например, между линиями Аниса и Вис Бэка, $r = 0,88$) усложняет правомерность отнесения таких животных к определенной линии или родственной группе. Считаем, что это обстоятельство необходимо обязательно учитывать при дальнейшей работе с линиями.

Из-за утери маркерных генов локуса В групп крови родоначальников, следовательно и других генов, связанных с ними, их потомки получат наследственный материал, скрепленный с маркерами других быков-производителей, и при подборе на закрепление у потомков лучших качеств родоначальника линии, с использованием инбридинга, не всегда можно получить ожидаемый эффект. Возможно, по этой причине в одних линиях более высокую молочную продуктивность имеют коровы, полученные с использованием кроссов линий, в других – от внутрилинейного разведения.

Установлено, что маркеры родоначальников линий быков-производителей сычевской породы Аниса, Тореадора и Ликера в настоящее время сохранились у незначительной части поголовья этих линий. Коэффициент генетического сходства между животными линии Аниса, исследованными в 2019 г., и животными этой же линии, исследованными в 1986 г., составил только 0,61, соответственно в линии Тореадора – 0,52 и Ликера – 0,71. Следовательно, в процессе совершенствования сычевской породы генетическая структура линий изменилась, поэтому считаем необходимым менять и теоретические подходы в селекционной работе с этими линиями.

Интродукция новых генов от животных голштинской породы красно-пестрой масти в генотипы животных сычевского скота способствовала нивелированию генетических различий между линиями сычевского корня и линиями голштинского корня. Коэффициент генетического сходства между этими группами животных, рассчитанный по частоте встречаемости аллелей ЕАВ, составил 0,90. Это указывает на идентичность наследственного материала в сравниваемых группах животных.

Таким образом, в настоящее время селекционную работу под иммуногенетическим контролем необходимо направлять на увеличение генетических различий между сходными линиями.

При этом следует учитывать полученные в результате исследований данные, при подборах и отборе. Для дальнейшего совершенствования сычевской породы крупного рогатого скота разведением по линиям следует выявлять препотентных быков-производителей – улучшателей, способных стать родоначальниками новых линий.

Заключение. В результате исследований с использованием маркерных генов ЕАВ локуса группы крови установлена структура аллелофонда десяти генеалогических групп сычевской породы крупного рогатого скота, отражающая особенности генетической структуры отдельных линий и родственных групп быков-производителей. Исследованные группы животных характеризуются общностью генетического материала, маркированного шестнадцатью ЕАВ-аллелями, указывающими на генетическое родство и принадлежность к сычевской породе. Из них наиболее распространены: b, $G_2Y_2E_1Q$, $I_1Y_2E_3G^G$, I_1Y_2I , O_1I^Q , $O_2A^A_2J_2K^O$, Q, Y_1A_1 .

Установлены маркеры, специфичные для отдельных генеалогических групп и определяющие их своеобразие. Наиболее высокий уровень генетической изменчивости определен в линии быка-производителя Тореадора – 49 ЕАВ-аллелей из 56, выявленных во всех линиях, низкий – в линиях Данцига 3641 и Силинг Трайджун Рокита 252803 (30 ЕАВ-аллелей). Выявили генетически сходные и дифференцированные между собой линии и родственные группы. Коэффициент генетического сходства составил от 0,58 до 0,85. В зависимости от его величины следует планировать разведение по линиям.

Высокий коэффициент сходства ($r = 0,9$) между потомками сычевских и голштинских быков указывает на нивелирование генетических различий между этими группами животных, в то время как потомки быков-производителей, родоначальников отдельных линий, отличаются специфичностью структуры аллелофонда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Генетический контроль селекционных процессов в популяции бурого швицкого скота с использованием маркерных генов групп крови / М.Е. Гонтов [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2016. – № 4. – С. 17–20.

2. Гонтов М.Е. Использование групп В-системы в качестве генетических маркеров при совершенствовании линий Леванта и Ликера сычевского скота: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Дубровицы, 1985. – 24 с.

3. Дедов М.Д., Сивкин Н.В. Разведение по линиям в молочном скотоводстве // Зоотехния. – 2006. – № 4. – С. 2–3.



4. Животовский Л.А., Машуров А.М. Методические рекомендации по статистическому анализу иммуногенетических данных для использования в селекции животных. – Дубровицы, 1974. – 30 с.
5. Зайнуллина Н.Р. Характеристика линий и их сочетаемость в стаде крупного рогатого скота черно-пестрой породы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М., 2000. – 105 с.
6. Иммуногенетический мониторинг при выведении и совершенствовании типа «Смоленский» бурого швицкого скота в Смоленской области / М.Е. Гонтов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 3. – С. 54–56.
7. Иммуногенетический анализ линий бурого швицкого скота / М.Е. Гонтов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 4. – С. 55–60.
8. Кисловский Д.А. Избранные сочинения. – М.: Колос. – 1965. – 535 с.
9. 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.
10. Прудов А.М., Дунин И.М., Привалихин Г.М. Разведение по линиям – надежный путь совершенствования пород // Животноводство. – 1984. – № 10. – С. 13–14.
11. Сороковой П.Ф. Методические рекомендации по исследованию групп крови в селекции крупного рогатого скота. – Дубровицы, 1974. – 40 с.
12. Характеристика основных линий и родственных групп скота костромской породы / А.А. Королев [и др.] // Труды Костромской СХА. – Кострома, 2018. – С. 44–53.
13. Эффективность мониторинга групп крови на этапах селекции сычевской породы крупного рогатого скота в Смоленской области / Д.Н. Кольцов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 9. – С. 44–46.
- Кольцов Дмитрий Николаевич**, канд. с.-х. наук, доцент, заместитель директора по региональному развитию, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур». Россия.
- Гонтов Михаил Елисеевич**, канд. с.-х. наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории зоотехнологий, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур». Россия.
- Дмитриева Валентина Ивановна**, канд. с.-х. наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории зоотехнологий, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур». Россия.
- 214025, г. Смоленск, ул. Нахимова, 21.
Тел.: (4812) 64-01-41.
- Ключевые слова:** линия; сычевская порода; ген; генетический маркер; группы крови.

DIFFERENTIATION OF LINES OF SYCHEVKA CATTLE USING MARKER GENES

Koltsov Dmitry Nikolaevich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Russia.

Gontov Mikhail Eliseevich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Russia.

Dmitrieva Valentina Ivanovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Russia.

Key words: gene; genetic marker; blood group; Sychevka breed; line.

The results of genetic differentiation of 10 main genealogical groups of sires of the breed of Sychevka cattle of the Smolensk region, using as genetic markers the genes of the B-locus of erythrocyte antigens of blood groups ($n = 2949$). At the present stage of breed improve-

ment, 56 marker genes of the EAB locus were found in the studied animals, of which 16 are common to all lines and related groups. The most common are: b, $G_2Y_2E'_1Q'$, $I_1Y_2E'_3G'G'$, I_1Y_2I' , $O_1I'Q'$, $O_2A'J'_2K'O'$, Q', $Y_1A'_1$. Lines and related groups were differentiated by the level of marker gene concentration, degree of homozygosity, and genetic similarity. The coefficient of genetic similarity (r) between different lines ranged from 0.58 to 0.85. The high similarity between animals of individual lines and the wide distribution of identical inherited material marked with the $G_2Y_2E'_1Q'$ allele indicate that there are no genetic differences between them. The lines that originate from sires of Sychevka and Holstein origin do not have significant genetic differences between them ($r = 0.9$). It is proposed to direct breeding work using genetic markers to increase the genetic differentiation of existing and breeding new lines.

