

Иммуногенетический мониторинг в селекции семейств сычевской породы крупного рогатого скота

Михаил Елисеевич Гонтов, Дмитрий Николаевич Кольцов, Валентина Ивановна Дмитриева

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур» обособленное подразделение Смоленский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, г. Смоленск, Россия, e-mail: gontov@yandex.ru

Аннотация. В селекции крупного рогатого скота при чистопородном разведении важная роль отводится работе с маточными семействами. При этом стараются сохранить и размножить ценные гены выдающихся по продуктивности молочных коров в последующих поколениях через дочерей и сыновей. Основной целью исследований являлось изучение генетических особенностей лучших маточных семейств сычевской породы с использованием в качестве генетических маркеров аллелей ЕАВ локуса групп крови и определение приемлемости иммуногенетического мониторинга для объективного контроля над передачей и сохранением ценных генов родоначальниц семейств в поколениях. Исследования проводили с 1983 по 2021 г. в племязаводах Смоленской области. Группы крови определяли с использованием реагентов Смоленского НИИСХ, семейства систематизировали на основе родословных. Для анализа молочной продуктивности использовали базы данных хозяйств. В результате исследований установили маркерные гены, характеризующие 12 ведущих семейств породы. Наиболее распространены животные с маркерами $G_2Y_2E'_1Q'$, $Y_1A'_1$, $E'_3G'G''$. Иммуногенетический мониторинг позволяет сохранять ценные гены родоначальницы семейства коровы Фиалки 40, маркированные ЕАВ-аллелем $Y_1A'_1$ на протяжении 8 поколений женских и мужских потомков. Установлена целесообразность использования генетических маркеров при разведении по семействам для сохранения ценных наследственных качеств выдающихся животных, для оптимизации селекционного процесса при сохранении и совершенствовании сычевской породы крупного рогатого скота.

Ключевые слова: крупный рогатый скот; семейство; наследование; генетический маркер.

Для цитирования: Гонтов М. Е., Кольцов Д. Н., Дмитриева В. И. Иммуногенетический мониторинг в селекции семейств сычевской породы крупного рогатого скота // Аграрный научный журнал. 2023. № 8. С. 66–71. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i8pp66-71>.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

Immunogenetic monitoring in the breeding of cow families of the breed of Sychevka of cattle

Mikhail E. Gontov, Dmitry N. Koltsov, Valentina I. Dmitrieva

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

Abstract. In the breeding of cattle with pure-breeding, an important role is given to working with brood families. At the same time, purebreeder try to preserve and propagate valuable genes of outstanding dairy cows in subsequent generations through daughters and sons. The main purpose of the research was to study the genetic features of the best uterine families of the breed of Sychevka using the EAB locus alleles of blood groups as genetic markers. And also, it determines the acceptability of immunogenetic monitoring for objective control over the transmission and preservation of valuable genes of the progenitors of the families. In the period from 1983 to 2021 the research in the pedigree farms of the Smolensk region was carried out. Blood groups using reagents of the Smolensk Research Institute were determined. Families on the basis of pedigrees were systematized. We used databases of pedigree farms of analyze milk productivity. As a result of the research, marker genes characterizing 12 leading families of the breed were established. The largest number of animals



with markers $G_2Y_2E_1Q'$, Y_1A_1' , $E_3G'G''$. Immunogenetic monitoring allowed us to preserve valuable genes of the foundation animal of the Fialka 40 cow family, marked with the EAB allele Y_1A_1' for 8 generations of female and male offspring. The expediency of using genetic markers in breeding by families has been established. It'll allow preserving the valuable hereditary qualities of outstanding animals and optimizing the breeding process in the breed of Sychevka breed.

Keywords: cattle; family; inheritance; genetic marker.

For citation: Gontov M. E., Koltsov D. N., Dmitrieva V. I. Immunogenetic monitoring in the breeding of cow families of the breed of Sychevka of cattle. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(8): 66–71. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i8pp66-71>.

Введение. При чистопородном разведении молочного скота лучшим методом селекционной работы считается разведение по линиям и семействам [2]. Семейством называют группу животных в нескольких поколениях, являющихся потомками одной матки – родоначальницы [5]. В молочном скотоводстве селекционной работе с семействами придается большое значение. Повышение устойчивости наследственных качеств коров, объединенных в семейства, имеет важнейшее значение для дальнейшего совершенствования стада и породы. При совершенствовании стада необходимо оценивать маточные семейства и вести с ними целенаправленную племенную работу. Именно в ведущих высокопродуктивных семействах получают коров-рекордисток и выдающихся быков-производителей. Первые нередко становятся матерями быков-улучшателей, лидеров породы, а вторые – родоначальниками линий и родственных групп [1]. Профессор А.П. Бегучев отмечал, что особенно ценны семейства с наследственной устойчивостью и представляют они собой внутриводоскую структурную единицу. При разведении по семействам ставится задача не только закрепить, но и развить хозяйственно полезные качества родоначальницы [8]. О влиянии маточных семейств на совершенствование молочных пород скота говорится также в исследованиях Н.А. Попова и др. [7]. По их данным, из семейств с консолидированной наследственностью выведено основное количество линейных быков-улучшателей, оказавших наиболее положительное влияние на развитие заводских стад и пород в целом.

Также следует учитывать, что при наследовании функциональных признаков на генотип потомка большее влияние может оказывать наследственность матери, чем отца, из-за цитоплазматического наследования митохондриальной ДНК матери [10].

В настоящее время в селекции крупного рогатого скота основное внимание уделяется развитию линий быков-производителей и недостаточное, на наш взгляд, работе с семействами. Традиционные методы селекции предусматривают ведение семейств, опираясь на генеалогические записи – родословные, с учетом наблюдаемого сходства между родителями и их потомками по фенотипическим признакам. При этом выпадает из виду важнейшая составляющая селекции – объективный контроль над сохранением ценных наследственных качеств родоначальницы семейства, которые визуальным образом обнаружить, и они могут быть утеряны в поколениях. Поэтому с целью сохранения желательных генов у потомков к настоящему времени разработан метод иммуногенетического мониторинга, позволяющий осуществлять наблюдение за сохранением определенного генетического материала в поколениях линий быков-производителей сычевской и бурой швицкой пород [3, 4]. Также имеются отдельные исследования, подтверждающие перспективность применения генетических маркеров, в частности EAB локуса групп крови, при характеристике и оптимизации системы подбора в заводских семействах [9].

Научная новизна наших исследований заключается в получении, с использованием иммуногенетического мониторинга, новых знаний о генетической структуре и уровне дифференциации основных маточных семейств сычевской породы крупного рогатого скота, определении генетических особенностей семейств, а также в разработке объективных методов контроля над сохранением ценных наследственных особенностей выдающихся коров с использованием генетических маркеров.

Цель исследований – изучить генетические особенности основных маточных семейств сычевской породы с использованием в качестве генетических маркеров аллелей EAB локуса групп крови и установить приемлемость иммуногенетического мониторинга для конт-





роля над передачей и сохранением ценных генов родоначальниц семейств, для оптимизации селекционного процесса при сохранении и совершенствовании сычевской породы крупного рогатого скота.

Методика исследований. Исследования выполняли с 1983 по 2021 г. на базе лаборатории зоотехнологий ОП Смоленский НИИСХ Федерального научного центра лубяных культур, в племязаводах сычевской породы крупного рогатого скота: «Смоленское» и «Рыбковское» Смоленской области. Для получения реагентов по определению групп крови, идентификации животных и установления их генотипов использовали методические рекомендации [9].

В исследования включали животных с подтвержденными генетической экспертизой записями о происхождении. В качестве генетических маркеров наследственных особенностей животных использовали аллели ЕАВ локуса групп крови. Молочную продуктивность коров учитывали с использованием базы данных хозяйств, при этом определение качественных показателей молока проводили в лаборатории ОП Смоленский НИИСХ.

Результаты исследований. В стаде крупного рогатого скота племязавода АО «Смоленское» по племенной работе выделено 16 семейств общей численностью 279 коров. Наиболее распространенными оказались 12 семейств. Молочная продуктивность животных семейств высокая. За 305 дней лучшей лактации средний удой по семействам составил 6141–7749 кг молока с содержанием жира 3,98–4,23 %, белка – 3,28–3,33 %. По количеству коров с удоем более 7000 кг молока за 305 дней лактации выделяются семейства Визы 47 (61 %), Пестрины 19 (78 %), Зенитки 14 (78 %), Фиалки (49 %).

Установили, что общее количество аллелей, выявленных в каждом семействе, составляет от 9 до 27. Из них 50 % маркеров являются специфичными для отечественной сычевской породы, выведенной в 1950 г. Следующие 50 % унаследованы от голштинской породы красно-пестрой масти, использовавшейся, начиная с 1983 г., в плановом порядке для повышения продуктивных и технологических качеств сычевского скота. Общими для обеих пород являются ЕАВ-аллели $G_2Y_2E_1Q'$ и Q' . Они могут быть унаследованы как с отцовской стороны, так и с материнской. В каждом семействе выделили 7–9 основных маркеров, встречающихся у 50–72 % коров семейства (табл. 1).

Таблица 1

Основные маркеры ЕАВ-локуса маточных семейств АО «Смоленское»

Семейство	Выделено ЕАВ-аллелей	n	Маркерные гены ЕАВ локуса, специфичные для семейства		Их суммарная частота	Уровень гомозиготности
			от сычевской породы	от голштинской породы		
Арфы 20	27	50	$G_2Y_2E_1Q'$, $E_3G'G''$, Q' , $QA_2'E_2O'$	Y_1A_1' , B_2O_1 , G_1A_1' , Q'	0,550	6,1
Фиалки 40	21	52	$E_3G'G''$, $I_1Y_2E_3G'G''$	Y_1A_1' , G_2Y_1D' , $B_2O_1Y_2$, O_1A_1'	0,624	7,7
Надежды 24	22	39	$E_3G'G''$, Q	Y_1A_1' , B_2O_1 , G_1A_1' , Q'	0,500	7,2
Зимушки 4	17	20	$G_2Y_2E_1Q'$, $E_3G'G''$, B_1I_1Q , I_1Y_2I'	$G_2Y_2E_1Q'$	0,600	17,1
Блокады 45	20	20	B_1I_1Q , O_1Q'	Q'	0,600	13,6
Армады 41	14	21	$G_2Y_2E_1Q'$, $O_1I'Q'$, I' , Q'	O_1A_1' , Y_1A_1' , $G_2Y_2E_1Q'$, Q'	0,643	10,2
Вольной 50	10	12	$G_2Y_2E_1Q'$	Y_1A_1' , B_2O_1Y , $G_2Y_2E_1Q'$	0,583	14,2
Визы 47	13	14	O' , G_1O' , $G_2Y_2E_1Q'$	E_3G'' , $G_2Y_2E_1Q'$	0,607	12,5
Алой 42	14	10	b , G_1O_1 , Q'	G_2Y_1D' , E_3G'' , Q'	0,550	8,5
Пестрины 19	8	10	$E_3G'G''$, I_1Y_2I'	Y_1A_1'	0,650	17,0
Зенитки 48	9	9	$G_2Y_2E_1Q'$, $E_3G'G''$, Q'	$G_2Y_2E_1Q'$, G_1A_1' , $''$, Q'	0,723	16,0
Единички 166	9	11	O_1 , Q'	$B_2O_1Y_2$, Q' , G_2Y_1D'	0,681	14,5
Другие семейства	7	11	$G_2Y_2E_1Q'$, I_1Y_2I' , b	E_3G'' , $G_2Y_2E_1Q'$	0,772	11,4



С возрастанием численности коров в семействе возрастает число маркерных генов и соответственно увеличивается размах наследственной изменчивости. У животных всех семейств с высокой частотой встречаются ЕАВ-аллели $G_2Y_2E'_1Q'$, $Y_1A'_1$, $E'_3G'G''$, за исключением семейств Блокады 45, Алой 42 и Единички 166. Широкое распространение одинакового наследственного материала, маркированного идентичными аллелями ЕАВ локуса групп крови сглаживает генетические различия между семействами. Индекс генетического сходства между семействами коров АО «Смоленское», определяемый по частоте встречаемости одноименных ЕАВ-аллелей, составляет 0,22–0,79, но в большинстве случаев 0,4–0,6. Наиболее высокое сходство (70 % и выше) установлено между семействами Арфа – Фиалка (0,72), Арфа – Надежда (0,79), Надежда – Фиалка (0,73), Фиалка – Пестрина (0,72). Уровень гомозиготности составил 6–17 % и значительно выше в родственных группах с небольшим поголовьем.

Среди коров, согласно табл. 2, выделяются рекордной для породы молочной продуктивностью Форсуня 173, Фара 458, Фортуна 347 и другие с удою за 305 дней высшей лактации 10 127–12 077 кг молока с содержанием жира 3,81–4,37 % и белка – 3,10–3,38 %.

Таблица 2

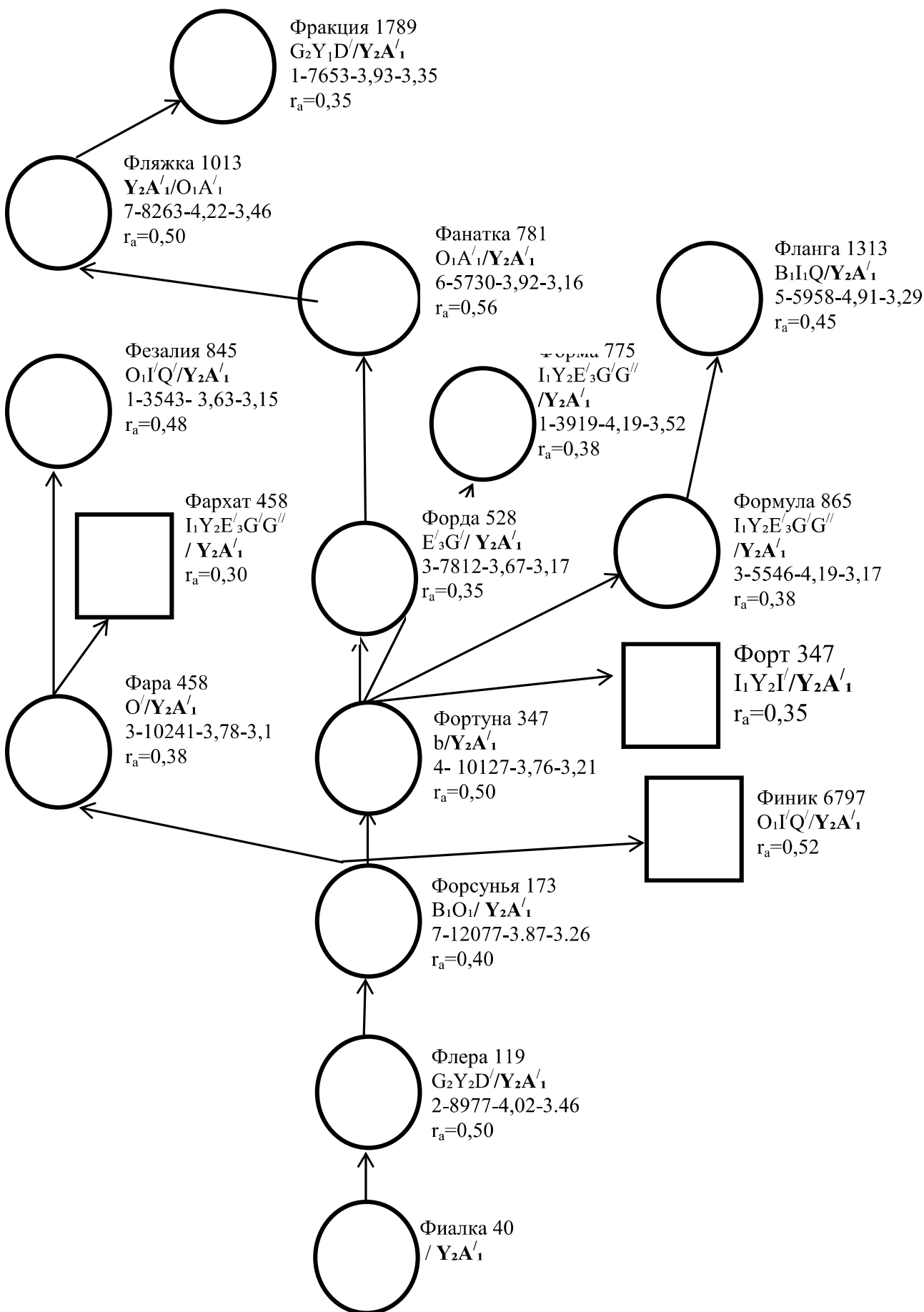
Коровы семейств сычевской породы с рекордной продуктивностью

Кличка и номер	Семейство	№ лактации	Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	ЕАВ-генотип
Форсуня 173	Фиалки 40	7	12 077	3,87	3,26	$B_2O_1 / Y_1A'_1$
Фара 458	Фиалки 40	3	10 241	3,83	3,10	$O' / Y_1A'_1$
Фортуна 347	Фиалки 40	3	10 127	3,87	3,31	$I_2 / Y_1A'_1$
Арка 77	Арфы 20	7	10 171	3,81	3,22	$G_2Y_2E'_1Q' / O_1Y_2$
Антилопа 1182	Арфы 20	4	10 589	3,91	3,34	$Q' / Y_1A'_1$
Заставка 1066	Зимушки 4	6	10 420	4,31	3,23	$O_1A'_1 / G_2Y_2E'_1Q'$
Нарядная 1307	Надежды 24	3	10 206	4,37	3,38	$G_2Y_2E'_1Q' / E'_3G'G''$

Ценный наследственный материал выдающихся животных должен быть сохранен и размножен в поколениях. С этой целью от них оставляют дочерей и, для более широкого распространения ценных генов, получают быков-производителей с желательными маркерами. От лучших коров из семейств стада АО «Смоленское» по племенной работе получено 44 быка-производителя, которые широко использовались в случной сети области.

Семейство Фиалки 40 в стаде АО «Смоленское» относится к наиболее многочисленным ($n = 52$). Генотип родоначальницы в ЕАВ локусе групп крови $G_2Y_2D'/Y_2A'_1$. Под иммуногенетическим контролем у 22 потомков семейства в восьми поколениях удалось сохранить генетический материал, маркированный аллелем $Y_2A'_1$, часть потомков отображена на рисунке. У животных стойко сохраняются гены, сопряженные с высокой молочной продуктивностью коров, маркированные ЕАВ-аллелем $Y_2A'_1$. Индекс антигенного сходства с родоначальницей у животных во всех рядах поколений составил от 0,35 до 0,62. Свое развитие семейство Фиалки получило в основном через дочь Флеру 119 и внуку Форсуню 173 (дочь Флеры), унаследовавших от родоначальницы часть генотипа, маркированную ЕАВ-аллелем $Y_2A'_1$. От коровы Форсуни 173 с ЕАВ-генотипом $B_1O_1 / Y_1A'_1$ за 305 дней седьмой лактации получено 12 077 кг молока, при содержании в нем молочного жира 3,87 %, белка – 3,26 %.

Кроме высокопродуктивных дочерей от Форсуни получен и используется бык-производитель Финик 6794, унаследовавший маркер $Y_1A'_1$, который он передает своим дочерям, а вместе с ним другие гены генотипа, сопряженные с более высокой молочной продуктивностью. При оценке Финика по молочной продуктивности 54 дочерей в племязаводе «Рыбковское» установлено преимущество в молочной продуктивности дочерей, унаследовавших его маркер $Y_1A'_1$, по сравнению с полусестрами, унаследовавшими альтернативный маркер отца $O_1I'Q'$ (табл. 3). Превышение составило по удою – 169 кг, по выходу молочного жира – 10,3 кг, по выходу молочного белка – 7,6 кг.



Примечание: r_a – индекс антигенного сходства с родоначальницей семейства

Сохранение в поколениях генов родоначальницы семейства Фиалки 40, маркированных аллелем EAB локуса $Y_2A'_1$



**Молочная продуктивность дочерей быка-производителя Финика 6794
с учетом наследования его маркерных ЕАВ-аллелей (первая лактация)**

Аллели	n	Удой, кг	Жир		Белок		Живая масса, кг
			%	кг	%	кг	
Y ₂ A'	32	4504±126	3,79±0,04	170,3±4,77	3,25±0,02	145,9±3,81	499±6
O ₁ I'Q'	22	4335±184	3,71±0,04	160,0±6,22	3,21±0,03	138,3±5,31	515±7
Разница		+169	+0,08	+10,3	+0,04	+7,6	-16

Заключение. В результате исследований с использованием иммуногенетического мониторинга дифференцированы по генетической структуре ЕАВ локуса групп крови маточные семейства сычевской породы племязавода АО «Смоленское». Выделены наиболее продуктивные семейства с рекордными надоями коров, достигающими 12 077 кг молока за 305 дней лучшей лактации. Под иммуногенетическим контролем ценная часть генотипа родоначальницы семейства коровы Фиалки 40, маркированная ЕАВ-аллелем Y₂A', сохраняется на протяжении восьми поколений у 50 % животных семейства. Для более широкого распространения ценных генов родоначальницы получены быки-производители, унаследовавшие маркер Y₂A', следовательно, и маркируемый им наследственный материал Фиалки 40.

Установлена целесообразность использования генетических маркеров при разведении по семействам для сохранения у потомков ценных наследственных качеств выдающихся животных.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов А. В. 70 лет костромской породе скота. Караваяво: Костромская ГСХА, 2014. С. 1–15.
2. Боев М. М., Бибикова Э. И., Колышкина Н. С. Селекция симментальского скота по молочной продуктивности. М.: Агропромиздат, 1987. 174 с.
3. 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.
4. Иммуногенетический анализ линий бурого швицского скота / М. Е. Гонтов [и др.] // Аграрный научный журнал. 2020. № 4. С. 55–60.
5. Кравченко Н. А. Разведение сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1973. 395 с.
6. Подречнева И. Ю. Использование генетических маркеров групп крови при оценке и совершенствовании системы разведения заводских семейств скота костромской породы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Дубровицы, 2017. 23 с.
7. Попов Н. А., Иванов В. А., Федотова Е. Г. Работа с семействами в молочном скотоводстве повышает эффективность селекции // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 1. С. 6–10.
8. Скотоводство / А. П. Бегучев [и др.]. М.: Колос, 1984. С. 273–274.
9. Сороковой П. Ф. Методические рекомендации по исследованию групп крови в селекции крупного рогатого скота. Дубровицы: ВНИИЖ, 1974. 40 с.
10. Essl A. Zucht von Kuhfamilien: Neuwissen schaftliche Erkenntnisse // Schweizer Braunvieh. 1997. № 12. S. 4–6.

REFERENCES

1. Baranov A. V. 70 years of Kostroma cattle breed. Karavaevo: Kostroma State Agricultural Academy; 2014. P. 1–15. (In Russ.).
2. Boev M. M., Bibikova E. I., Kolyshkina N. S. Selection of Simmental cattle for dairy productivity. Moscow: Agropromizdat; 1987. 174 p. (In Russ.).
3. Gontov M. E. The use of blood groups B systems as genetic markers in the improvement of Levant and Liquor lines of Sychevsky cattle: abstract. dis. candidate of Agricultural Sciences. Dubrovitsy; 1985. 24 p. (In Russ.).
4. Immunogenetic analysis of the lines of brown Swiss cattle / M. E. Gontov et al. *Agrarian scientific journal*. 2020;(4): 55–60. (In Russ.).
5. Kravchenko N.A. Breeding of farm animals. Moscow: Kolos; 1973. 395 p. (In Russ.).
6. Podrechneva I. Yu. The use of genetic markers of blood groups in the evaluation and improvement of the breeding system of factory families of cattle of the Kostroma breed: abstract of the dissertation of the Candidate of Biological Sciences. Dubrovitsy. 2017. 23 p. (In Russ.).
7. Popov N. A., Ivanov V. A., Fedotova E. G. Work with families in dairy cattle breeding increases the efficiency of breeding. *Dairy and beef cattle breeding*. 2017;(1): 6–10. (In Russ.).
8. Cattle breeding / А. П. Бегучев [и др.]. Moscow: Kolos; 1984. P. 273–274. (In Russ.).
9. Sorokovoy P.F. Methodological recommendations for the study of blood groups in cattle breeding. Dubrovitsy; 1974. 40 p. (In Russ.).
10. Essl A. Zucht von Kuhfamilien: Neuwissen schaftliche Erkenntnisse. *Schweizer Braunvieh*. 1997;(12): 4–6.

*Статья поступила в редакцию 01.08.2022; одобрена после рецензирования 15.08.2022; принята к публикации 26.08.2022.
The article was 01.08.2022; approved after 15.08.2022; accepted for publication 26.08.2022.*

