

УДК 636.082.2

DOI: 10.30914/2411-9687-2018-4-3-69-76

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИММУНОГЕНЕТИКИ В СЕЛЕКЦИИ МОЛОЧНОГО СТАДА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Л. В. Холодова, К. С. Новоселова

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

Иммуногенетическое тестирование крупного рогатого скота в Республике Марий Эл проводится с конца 80-х – 90-х годов прошлого века. В настоящее время в стадах республики продуцируют 4575 протестированных коров черно-пестрой породы, у которых выявлено 76 антигенов, принадлежащих 9 системам групп крови. Наиболее распространенной системой групп крови крупного рогатого скота в республике является система ЕАВ. Анализируя частоту распространения эритроцитов групп крови по районам республики, было установлено, что в таких районах, как Волжский, Горномарийский, Мари-Турекский, Оршанский и Новоторъяльский животные имеют сходный антигенный состав. Частота распространения антигенов в крови коров этих районов существенно не отличается. Несколько отличаются животные Медведевского, Моркинского и Советского районов. Молочная продуктивность животных контролируется огромным количеством генов. Часть генома кодирует антигены крови животных. Анализируя взаимосвязь антигенов эритроцитов групп крови с молочной продуктивностью коров черно-пестрой породы в республике, мы установили антигены, ассоциированные как с повышением, так и со снижением уровня молочной продуктивности. В ходе исследований были выявлены маркеры повышенной молочной продуктивности – стимуляторы и маркеры пониженной молочной продуктивности – репрессоры. Чаще всего антигены-стимуляторы встречаются у скота, разводимого в хозяйствах Горномарийского, Оршанского и Моркинского районов. Таким образом, использование данных иммуногенетического мониторинга необходимо при характеристике популяций животных, в том числе их новых селекционных форм, а также при совершенствовании молочного стада республики при проведении отбора и подбора родительских пар, как дополнительный критерий в селекционно-племенной работе для повышения продуктивных качеств животных. Это позволит сократить сроки создания новых высокопродуктивных генотипов животных.

Ключевые слова: антигены эритроцитов, группы крови, молочная продуктивность, частота распространения антигенов.

THE USE OF IMMUNOGENETICS IN SELECTION OF DAIRY HERD OF THE REPUBLIC OF MARI EL

L. V. Kholodova, K. S. Novoselova

Mari State University, Yoshkar-Ola

Immunogenetic testing of cattle in the Republic of Mari El is conducted from the late 80s – 90s of the last century. Currently, 4575 tested cows of black-and-white breed are producing in the herds of the republic, in which 76 antigens belonging to 9 blood group systems were detected. The most widespread system of blood groups of cattle in the republic is the EAB system. Analyzing the frequency of distribution of erythrocytes of blood groups in the areas of the republic, it was established that in such regions as Volzhsky, Gorno-Mariyskiy, Mari-Tureksky, Orshansky and Novo-Tor'yal'skiy, animals have similar antigenic composition. The frequency of distribution of antigens in the blood of cows in these areas isn't significantly different. The animals of these regions differ slightly from the animals of Medvedevskiy, Morkinskiy and Sovetskiy regions. The dairy productivity of animals is controlled by a huge number of genes. Part of the genome encodes animal blood antigens. Analyzing the correlation of red blood cell antigens with the milk efficiency of cows of black-and-white breed in the republic, antigens associated with both increase and decrease in the level of milk efficiency were identified. In the course of research markers of the increased dairy efficiency – stimulants and markers of the reduced dairy efficiency – repressor were revealed. Most often antigens-stimulants meet at the cattle bred in the farms of Gorno-Mariyskiy, Orshansky and Morkinsky regions. Thus, the use of data of immunogenetic monitoring at all stages of selection is not only possible, but is also proved. It's necessary when characterizing animal populations, including their

new breeding forms and also at improving the dairy herd of the republic. This will shorten the timing of the creation of new highly productive animal genotypes.

Keywords: antigens of erythrocytes, blood types, dairy efficiency, frequency of antigen distribution.

Введение. Антигены передаются от родителей потомкам как наследственные единицы. В связи с этим эритроцитарные антигены и определенные их комплексы являются элементами генотипа, которыми обусловлены продуктивные качества животных. В связи с этим рядом авторов [4–7; 10] было исследовано селекционное значение антигенов эритроцитов групп крови как маркеров генотипа при изучении наследования хозяйственно-полезных признаков.

По данным С. П. Бугаева и В. В. Волобуева [2], продуктивные качества молочного скота являются продуктом совокупного влияния наследственности и среды. Авторы считают, что совершенствование наследственных задатков продуктивных качеств животных возможно лишь при его точной и надежной оценке. Одним из методов объективной оценки племенного достоинства животных, по мнению ряда авторов [1; 3–6; 8; 9], является изучение полиморфизма эритроцитарных антигенов и нахождение корреляций между ними и продуктивными качествами животных.

Цель исследований. Изучение возможностей использования иммуногенетики в селекции молочного скота республики.

В задачи исследований входило:

– изучение антигенного состава эритроцитов черно-пестрого скота в республике, в том числе по районам;

– анализ молочной продуктивности коров в зависимости от антигенного состава эритроцитов;

– выявление антигенов-маркеров продуктивных качеств молочного скота.

Результаты исследований и их обсуждение. Иммуногенетическое тестирование крупного рогатого скота в Республике Марий Эл проводится очень давно. Первые исследования были проведены в конце 80–90-х годов прошлого века. В настоящее время в стадах республики продуцируют 4575 протестированных коров черно-пестрой породы.

В иммуногенетической лаборатории ООО «Биогенетический центр «Поволжье» с использованием моноспецифических сывороток реагентов определяют 82 антигена групп крови крупного рогатого скота в девяти системах, из которых у животных выявлено 76 антигенов, принадлежащих 9 системам (рис.).

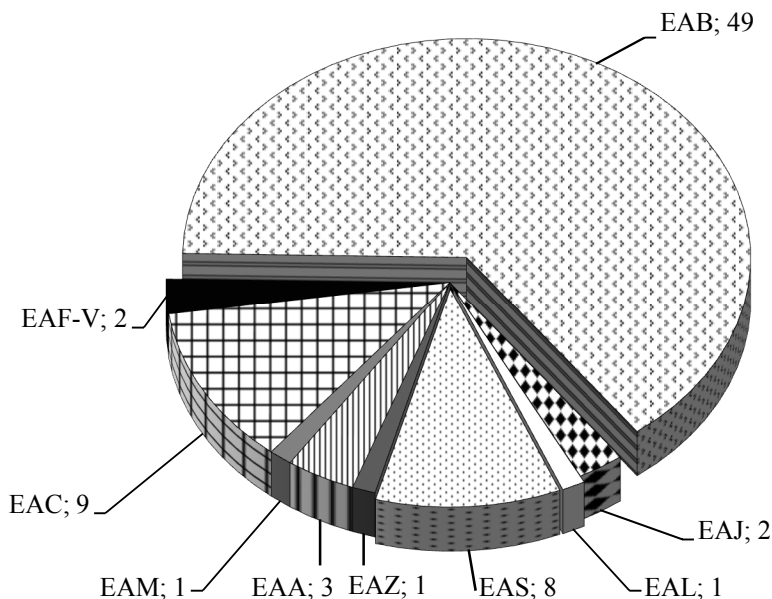


Рис. 1. Количество антигенов по системам групп крови / Fig. 1. Number of antigens by blood group systems

Как показывают результаты анализа групп крови, исследуемые животные характеризовались наибольшей частотой встречаемости таких антигенов, как F (системы EAF-V), Z (системы EAZ), E₃ (системы EAB) Так, среди исследованных 4575 коров 80 %, или 3659 голов, имели антиген F; 64,5 %, или 2949 голов являлись носительницами антигена E₃. У 61 %, или 591 коровы, был установлен антиген Z. Более 50 % особей имели такие антигены, как: H' (2692 головы), Y₂ (2551 голов), A₂ (2462 голов), E (2397 голов), X₂ (2378 голов), C₂ (2311 голов).

Крайне редко у исследуемого поголовья встречались такие антигены, как Z' (системы EAA), Γ₂, J', Q₁, Q₂, Q'', I, G (системы EAB), C₁ (системы EAC), J₂ (системы EAJ), U'' (системы EAS), M (системы EAM). Частота встречаемости данных антигенов была менее 1 %. Антигены Y'₂, Γ₁, (системы EAB) имели от одной до четырех голов, при этом частота распространения варьировала от 0,01 % до 0,04 %.

Наиболее распространенной системой групп крови крупного рогатого скота является система EAB. Она включает свыше 60 антигенов. Как показали результаты исследований, у коров стада выявлено 49 антигенов этой системы.

В системе EAS установлено 8 антигенов групп крови, частота их встречаемости у коров стада, за исключением антигена H', невысокая.

Девять антигенов эритроцитов групп крови установлено в системе EAC. Частота их распространения достаточно высокая, за исключением антигенов C₁, X₁. От 21,7 до 52,4 % животных являются носителями антигенов этой системы.

Анализируя частоту распространения эритроцитов групп крови по районам республики, мы установили, что в таких районах как Волжский, Горномарийский, Мари-Турекский, Оршанский и Новоторъяльский, животные имеют сходный антигенный состав. Частота распространения антигенов в крови коров этих районов существенно не отличается. Несколько от данных районов отличаются животные Медведевского, Моркинского и Советского районов. По частоте распространения антигенов животные Параньгинского района существенным образом отличаются тем, что частота распространения всех антигенов (за исключением антигена S₁) самая низкая по республике. В то же время в хозяйствах этого района у коров присутствует антиген Γ₁, который не встречается у остального поголовья республики. У коров этого района наибольшая частота рас-

пространения – у антигенов F, A₁, A₂, G₂, Y₂, Q', E₃, C₁, E, W, X₂, H', Z. Особо хочется отметить у животных наличие антигена F, частота распространения которого из всех перечисленных антигенов самая высокая – 0,41, но если сравнивать частоту этого антигена у поголовья коров по всей республике, то это самый низкий показатель. Наибольшая частота встречаемости данного антигена зарегистрирована у животных Волжского, Горномарийского и Моркинского районов, соответственно 0,88; 0,87; 0,86. Подобная картина наблюдается и по частоте распространения у особей в этих районах антигена E₃ – 0,82; 0,69; 0,84. Высокой частотой распространения у животных в данных районах отличаются такие антигены, как H', Z, A₂.

Особенностью поголовья коров Моркинского района, по сравнению с остальными районами республики, является высокая частота антигенов: G₃, Q'₁, R₂, Z; Мари-Турекского района – S₁, H', U, M; Медведевского – E; Новоторъяльского – I₁, X₁; Оршанского – I₂, J', O₂, G', I', J'₂, O', P'₂, A'₂, A'₃, C₂, X₂, J₂; Советского – O₄, Y₁, Y₂, Y', A'₁.

Следует отметить, что отдельные антигены крайне редко встречались у животных в одних районах и совсем отсутствовали в других. Так, например, антиген Γ₂ был установлен у животных Горномарийского, Мари-Турекского и Медведевского районов, в других районах его не было. Антигены Y'₂, U₂ были выявлены у животных в двух районах – Мари-Турекском и Медведевском, Γ₁ – в Моркинском и Параньгинском, а антиген Q'' – только в Мари-Турекском.

С развитием иммуногенетики практическое применение генетических методов в молочном скотоводстве получило широкое распространение. Исследованиями многих ученых [4–7; 10] установлено, что иммуногенетические маркеры могут характеризовать генетические особенности животных.

Молочная продуктивность животных контролируется огромным количеством генов. Часть генома кодирует антигены крови животных.

Анализируя взаимосвязь антигенов эритроцитов групп крови с молочной продуктивностью коров черно-пестрой породы в республике, мы установили антигены, ассоциированные как с повышением, так и со снижением уровня молочной продуктивности за 305 дней последней завершённой лактации. У коров, имеющих антигены A₁ (системы EAA), G₃, Γ₂, Y'₂, Q₂, O₁, O₂, O₄, G',

G', O', G₂', J₃', K', A₃', Q'', G, F₂' (системы EAB), Z (системы EAZ), отмечено повышение показателей молочной продуктивности. Остальные антигены, наоборот, связаны со снижением удоя (табл.).

**Удой коров в зависимости от антигенного состава эритроцитов групп крови /
Milk yield of cows depending on the antigenic composition of red blood cells of blood groups**

Системы групп крови / Blood group systems	Антигены / Antigens	Частота распространения, % / Frequency of propagation %	Молочная продуктивность коров-носительниц антигена, кг / Milk yield of antigen carrier cows, kg				Молочная продуктивность коров-неносительниц антигена, кг / Milk yield of antigen non-carrier cows, kg			
			n	M	m	Cv, %	n	M	m	Cv, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
EAA	A ₁	32,5	1489	5871	21,8	14,3	3086	5779	15,8	15,1
	A ₂	53,8	2462	5770	17,2	14,7	2113	5855	19,2	15,0
	Z'	0,6	28	5659	173,4	16,2	4547	5810	12,9	14,9
EAB	B ₁	7,3	336	5754	43,7	13,9	4239	5813	13,4	15,0
	B ₂	15,6	714	5791	33,3	15,3	3861	5812	13,9	14,8
	G ₁	5,6	255	5554	48,1	13,8	4320	5824	13,3	14,9
	G ₂	45,1	2062	5803	18,7	14,6	2513	5814	17,6	15,1
	G ₃	29,9	1368	5838	22,5	14,2	3207	5797	15,6	15,2
	I ₁	10,3	472	5615	35,7	13,8	4103	5832	13,7	15,0
	I ₂	16,2	743	5632	29,9	14,5	3832	5844	14,1	14,9
	I ₂ '	0,2	9	5890	294	15,0	4566	5809	12,8	14,9
	Y ₂ '	0,04	2	5811	–	–	4573	5809	12,8	14,9
	J'	0,2	11	5047	228,7	15,0	4564	5811	12,8	14,9
	A'	1,2	53	5266	61,2	8,5	4522	5815	12,9	14,9
	Q1	0,2	9	5311	296,1	16,7	4566	5810	12,8	14,9
	Q2	0,2	8	5861	212,2	10,2	4567	5809	12,9	14,9
	O ₁	30,9	1415	5878	22,7	14,5	3160	5778	15,5	15,1
	O ₂	23,0	1053	5861	27,1	14,9	3522	5794	14,6	14,9
O ₄	19,0	871	5885	27,3	13,7	3704	5791	14,5	15,2	
P ₂	4,2	194	5728	55,1	13,4	4381	5813	13,2	14,9	
Q	6,3	286	5594	44,6	13,5	4289	5823	13,3	14,9	
T ₁	3,4	157	5847	59,9	12,7	4418	5808	13,1	15,0	
T ₂	9,0	414	5789	41,2	14,5	4161	5811	13,5	14,9	
Y ₁	9,6	439	5784	39,4	14,2	4136	5812	13,6	15,0	
Y ₂	55,8	2551	5801	16,8	14,6	2024	5819	19,9	15,3	
B'	20,6	941	5802	28,9	15,3	3634	5811	14,3	14,8	
D'	28,2	1291	5694	23,4	14,8	3284	5854	15,3	14,9	
E ₂ '	8,3	379	5525	41,8	14,7	4196	5835	13,4	14,8	
G'	37,8	1728	5814	21,1	15,1	2847	5806	16	14,8	
G''	20,3	929	5869	27,2	14,1	3646	5794	14,5	15,1	

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	I'	7,1	326	5600	40,5	13,1	4249	5825	13,5	15,0
	J ₂ '	10,4	475	5837	22,2	8,2	4100	5806	13,7	15,0
	O'	36,9	1690	5845	21,2	14,9	2885	5787	16,1	14,8
	P'	7,0	318	5728	51,3	15,9	4257	5815	13,4	14,8
	P ₂	16,5	754	5738	31,1	14,8	3821	5823	14,1	14,9
	G ₂	1,0	44	5448	98,2	12,0	4531	5813	12,9	14,9
	G ₂ "	17,9	820	5820	32,7	16,1	3755	5807	13,9	14,6
	Q'	49,5	2266	5808	18,2	14,9	2309	5810	18,1	14,9
	Y'	13,5	619	5523	30,2	13,5	3956	5854	13,9	15,0
	B"	2,5	114	5757	84,6	15,7	4461	5810	13	14,9
	E ₃	64,5	2949	5817	15,9	14,8	1626	5794	21,7	15
	K'	8,8	403	6004	45,2	15,1	4172	5790	13,3	14,8
	K	6,0	276	5662	48,4	14,2	4299	5818	13,3	14,9
	A ₁ '	6,8	311	5714	40,7	12,5	4264	5814	13,3	15,1
	A ₂ '	8,2	373	5594	41,9	14,4	4202	5828	13,4	14,9
	A ₃ '	17,8	813	5869	31,4	15,3	3762	5796	14	14,8
	Q''	0,1	3	6311	195,1	5,4	4572	5809	12,8	14,9
	Γ1	0,02	1	6288	–	–	4574	–	–	14,9
	I	0,7	33	5134	11,9	13,4	4542	5814	12,9	14,9
	G	0,1	3	6280	737,9	20,4	4572	5809	12,8	14,9
	F'	1,3	58	5248	70,8	10,3	4517	5816	12,9	14,9
	F ₂ '	6,9	314	5851	50	15,1	4261	5806	13,3	14,9
EAC	C ₁	0,2	8	5861	212,2	10,2	4567	5809	12,9	14,9
	C ₂	50,5	2311	5777	18,2	15,1	2264	5842	18	14,6
	E	52,4	2397	5801	17,7	14,9	2178	5818	18,6	14,9
	R ₁	21,7	995	5791	25,7	14,0	3580	5814	14,8	15,1
	R ₂	23,0	1053	5867	25,8	14,3	3522	5785	14,8	15,1
	W	44,4	2031	5807	19,1	14,8	2544	5811	17,3	14,9
	X ₁	8,8	402	5760	45,2	15,5	4173	5814	13,4	14,8
	X ₂	52,0	2378	5778	17,8	15,0	2197	5843	18,6	14,8
	L'	26,1	1194	5851	24,2	14,3	3381	5794	15,1	15,1
EAF-V	F	80,0	3659	5802	14,5	15,0	916	5837	27,8	14,3
	V	22,3	1022	5826	26,9	14,8	3553	5804	14,6	14,9
EAJ	J ₁	14,8	676	5791	34,6	15,5	3899	5812	13,8	14,8
	J ₂	0,7	34	5482	177,4	18,9	4541	5811	12,9	14,8
EAL	L	48,5	2220	5820	18,1	14,6	2355	5799	18,2	15,2
EAS	S ₁	12,7	583	5845	35,9	14,9	3992	5798	13,8	15,0
	S ₂	23,3	1067	5839	26,8	15,0	3508	5800	14,6	14,6

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	H'	58,8	2692	5792	16,7	15,0	1883	5834	20	14,8
	H''	10,5	479	5738	36,3	13,8	4096	5817	13,7	15,0
	U	6,8	312	5753	44,9	13,8	4263	5813	13,4	15,0
	U'	19,0	868	5954	30,5	14,4	3707	5778	14,1	14,9
	U ₂	1,0	48	6560	110,0	11,6	4527	5801	12,9	14,9
	U''	0,3	16	5260	141,3	10,7	4559	5811	12,9	14,9
EAZ	Z	61,0	2792	5838	16,3	14,7	1783	5764	20,8	15,2
EAM	M	0,3	12	5378	219,5	14,1	4563	5810	12,8	14,9

Так, например, у коров с антигеном U₂ удой за 305 дней лактации составил 6560 кг, что на 759 кг ($P \leq 0,001$) больше, по сравнению с коровами-носительницами этого антигена. У коров с антигеном Q'' молочная продуктивность была достоверно выше на 502 кг ($P \leq 0,01$) и составляла 6311 кг против 4572 кг у коров-носительниц этого антигена. У коров, имеющих антиген K', удой был достоверно выше на 214 кг ($P \leq 0,001$) по сравнению со сверстницами, которые им не обладали. Животные, обладающие антигенами U', O₁, A₁, R₂, Z, O₂, O₄, G'', O', A'₃, L', достоверно превосходили сверстниц по удою соответственно на 176 кг ($P \leq 0,001$), 100 кг ($P \leq 0,001$), 92 кг ($P \leq 0,001$), 82 кг ($P \leq 0,001$), 74 кг ($P \leq 0,001$), на 67 кг ($P \leq 0,05$), 94 кг ($P \leq 0,001$), 75 кг ($P \leq 0,001$), 58 кг ($P \leq 0,01$), 73 кг ($P \leq 0,05$), 57 кг ($P \leq 0,05$).

В то же время следует отметить, что те коровы, у которых отсутствовали такие антигены, как A₂, G₁, I₁, I₂, J', A', Q, D', E'₂, I', P'₂, G'₂, Y', K, A'₁, A'₂, F', C₂, X₂, F, H'', H', достоверно отличались более высокой молочной продуктивностью, по сравнению с коровами-носительницами этих антигенов. Разница между группами колебалась от 35 кг ($P \leq 0,01$) до 764 кг ($P \leq 0,001$).

Изменчивость по удою в группе животных, которые имеют те или иные антигены, варьировала от 5,4 % до 20,4 %, а в группе коров-носительниц этих антигенов – от 14,3 до 15,3 %.

В ходе исследований были выявлены маркеры повышенной молочной продуктивности – стимуляторы и маркеры пониженной молочной продуктивности – репрессоры (рис. 2).

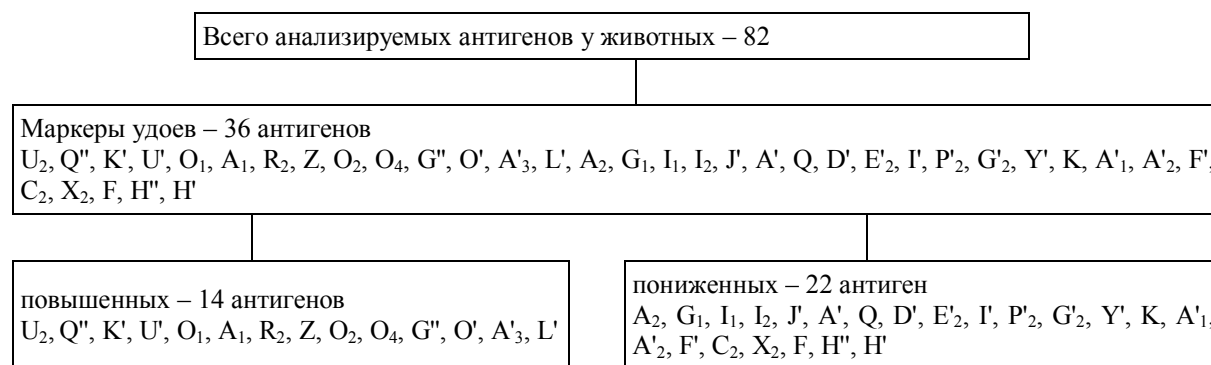


Рис. 2. Маркеры продуктивных качеств коров / Fig. 2. Markers of productive qualities of cows

На рисунке 2 представлены маркеры молочной продуктивности: U₂, Q'', K', U', O₁, A₁, R₂, Z, O₂, O₄, G'', O', A'₃, L', которые являются маркерами повышенных удоев – антигены-стимуляторы и маркеры пониженных удоев: A₂, G₁, I₁, I₂, J', A', Q, D', E'₂, I', P'₂, G'₂, Y', K, A'₁, A'₂, F', C₂, X₂, F, H'', H' – антигены-репрессоры.

Оценка частоты встречаемости эритроцитарных антигенов, выступающих в роли маркеров уровня молочной продуктивности, выявила различия в их распространении в стадах республики. Так, отмечена тенденция снижения распространения антигенов-стимуляторов и повышенная частота встречаемости репрессоров. Процент

животных, являющихся носителями антигенов-стимуляторов, находится в пределах 0,1–36,9 %, репрессоров – от 0,2 % до 53,8 %. Самый высокий процент антигена-стимулятора O' имеют 1690 коров, репрессора A₂ – 2462 головы. Следует отметить, что более широкое распространение антигена-стимулятора O' наблюдалось в Оршанском, Волжском, Горномарийском районах, тогда как частота встречаемости этого антигена в Параньгинском районе была меньше в 3 раза.

Чаще всего антигены-стимуляторы встречаются у скота, разводимого в хозяйствах Горномарийского, Оршанского и Моркинского районов.

Основным фактором, определяющим изменения частоты встречаемости отдельных антиген-

ных факторов и аллелей, является уровень селекционно-племенной работы.

Таким образом, использование данных иммуногенетического мониторинга на всех этапах селекции не только возможно, но и обосновано. Это прежде всего необходимо при характеристике популяций животных, в том числе их новых селекционных форм, а также при совершенствовании молочного стада республики при проведении отбора и подбора родительских пар как дополнительный критерий в селекционно-племенной работе для повышения продуктивных качеств животных. Это позволит сократить сроки создания новых высокопродуктивных генотипов животных.

Литература

1. Алиева Е. М. Антигены EAV-локуса групп крови и молочная продуктивность // Проблемы развития АПК региона. 2017. Т. 1. № 2-30. С. 59–63.
2. Бугаев С. П., Волобуев В. В. Иммуногенетические маркеры молочной продуктивности в селекции крупного рогатого скота молочных и комбинированных пород // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 9. С. 135–140.
3. Бугаев С. П., Волобуев В. В. Особенности генотипа скота молочных и комбинированных пород по частоте распространения полиморфных маркеров молочной продуктивности // Вестник сельского развития и социальной политики. № 1 (9). 2016. С. 83–86.
4. Волобуев В. В., Бугаев С. П., Боев М. М. Оценка результатов использования разных методов подбора с учетом наследования антигенных маркеров удою // Биология в сельском хозяйстве. 2015. 8 (3). С. 17–19.
5. Валитов Ф. Р. Аллелофонд коров бестужевской породы по антигенным эритроцитарным факторам в связи с молочной продуктивностью // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 5 (55). С. 137–140.
6. Игнатъева Н. Л. Антигенный состав сыворотки крови и его связь с продуктивностью коров // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2013. № 1 (20). С. 69–73.
7. Калугина Л. А., Гридина С. Л. Исследование генетических «маркеров» жирности молока коров-первотелок черно-пестрой породы // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 6. С. 70–72.
8. Полухина М. Г. Влияние интенсивности выбраковки черно-пестрого скота на корреляции селекционных признаков // Аграрная Россия. 2013. № 7. С. 19–23.
9. Прокопьев Л. Н. Мониторинг антигенной структуры стада скота черно-пестрой породы в зависимости от линейной принадлежности // Аграрный вестник Урала. 2014. № 11 (129). С. 36–39.
10. Селионова М. И., Ковалева Г. П., Лапина М. Н., Сулыга Н. В., Витол В. А. Иммуногенетические маркеры хозяйственно-полезных признаков черно-пестрого скота // Молочнохозяйственный вестник. 2017. № 2 (26). С. 53–59.

References

1. Alieva E. M. Antigeny EAV-lokusa grupp krovi i molochnaja produktivnost' [Antigens of the EAV-locus of blood types and dairy efficiency]. *Problemy razvitiya APK regiona* = Problems of development of agroindustrial complex of the region, 2017, vol. 1, no. 2-30, pp. 59–63. (In Russ.).
2. Bugaev S. P., Volobuev V. V. Immunogeneticheskie markery molochnoj produktivnosti v seleksii krupnogo rogatogo skota molochnykh i kombinirovannykh porod [Immunogenetic markers of dairy efficiency in cattle breeding of dairy and combined breeds]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skhozjajstvennoj akademii* = Bulletin of Kursk State Agricultural Academy, 2016, no. 9, pp. 135–140. (In Russ.).
3. Bugaev S. P., Volobuev V. V. Osobennosti genotipa skota molochnykh i kombinirovannykh porod po chastote rasprostraneniya polimorfnykh markerov molochnoj produktivnosti [Features of the genotype of cattle of dairy and combined breeds by the frequency of distribution of polymorphic markers of dairy efficiency]. *Vestnik sel'skogo razvitiya i sotsial'noj politiki* = Bulletin of rural development and social policy, 2016, no. 1(9), pp. 83–86. (In Russ.).
4. Volobuev V. V., Bugaev S. P., Boev M. M. Otsenka rezul'tatov ispol'zovaniya raznykh metodov podbora s uchedom nasledovaniya antigennykh markerov udoya [Evaluation of the results of the use of different selection methods, taking into account the inheritance of antigenic markers of milk yield]. *Biologija v sel'skom hozjajstve* = Biology in agriculture, 2015, no. 8 (3), pp. 17–19. (In Russ.).

5. Valitov F. R. Allelofond korov bestuzhevskoj porody po antigennym eritrotsitarnym faktoram v svjazi s molochnoj produktivnost'ju [Allelofond of cows of Bestuzhevsky breed on antigenic erythrocyte factors in connection with dairy efficiency]. *Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = News of the Orenburg State Agrarian University, 2015, no. 5 (55), pp. 137–140. (In Russ.).

6. Ignat'eva N. L. Antigennyj sostav syvorotki krovi i ego svjaz' s produktivnost'ju korov [Antigenic composition of blood serum and its relation to cow productivity]. *Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ja* = Bulletin of the State Agrarian University of the Northern Urals, 2013, no. 1 (20), pp. 69–73. (In Russ.).

7. Kalugina L. A., Gridina S. L. Issledovanie geneticheskikh «markerov» zhirnosti moloka korov-pervotelok cherno-pestroj porody [Research of genetic “markers” of milk fat content of cows – first-calf heifers of black-and-white breed]. *Dostizhenija nauki i tehniki APK* = Achievements of science and technology of agroindustrial complex, 2011, no. 6, pp. 70–72. (In Russ.).

8. Polukhina M. G. Vlijanie intensivnosti vybrakovki cherno-pestrogo skota na korreljatsii selekcionnykh priznakov [Influence of intensity of culling of the black-and-white cattle on correlations of selection signs]. *Agrarnaja Rossija* = Agrarian Russia, 2013, no. 7, pp. 19–23. (In Russ.).

9. Prokopiv L. N. Monitoring antigennoj struktury stada skota cherno-pestroj porody v zavisimosti ot linejnoj prinadlezhnosti [Monitoring of antigenic structure of black-and-white cattle herd depending on linear affiliation]. *Agrarnyj vestnik Urala* = Agrarian Bulletin of the Urals, 2014, no. 11 (129), pp. 36–39. (In Russ.).

10. Selionova M. I., Kovaleva G. P., Lapina M. N., Sulyga N. V., Vitol V. A. Immunogeneticheskie markery khozjajstvenno-poleznykh priznakov cherno-pestrogo skota [Immunogenetic markers of economically useful signs of the black-and-white cattle]. *Molochnohozjajstvennyj vestnik* = Dairy Herald, 2017, no. 2 (26), pp. 53–59. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 29.05.2018 г.

Submitted 29.05.2018.

Для цитирования: Холодова Л. В., Новоселова К. С. Использование иммуногенетики в селекции молочного стада Республики Марий Эл // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018. Т. 4. № 3. С. 69–76. DOI: 10.30914/2411-9687-2018-4-3-69-76

Citation for an article: Kholodova L. V., Novoselova K. S. The use of immunogenetics in selection of dairy herd of the Republic of Mari El. *Vestnik of the Mari State University. Chapter “Agriculture. Economics”*. 2018. vol. 4, no. 3, pp. 69–76. DOI: 10.30914/2411-9687-2018-4-3-69-76

Холодова Людмила Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, holodova72@gmail.com

Новоселова Клавдия Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, genetica@marsu.ru

Lyudmila V. Kholodova, Ph. D. (Biology), associate professor, Mari State University, Yoshkar-Ola, holodova72@gmail.com

Klavdija S. Novoselova, Ph. D. (Biology), associate professor, Mari State University, Yoshkar-Ola, genetica@marsu.ru