

нерального статуса организованных учащихся города Красноярска./ Л. Г. Климацкая, А. В. Меняйло, И. Ю. Шевченко, М. И. Лесовская, Г. В. Макарская // Сибирский научный журнал – 2003. – № 3 С. – 78-83. 6. Еремина, И. Ю. Опосредованное влияние мутаций на состояние гомеостаза быков-спермодоноров / Еремина И. Ю., Четвертакова Е. В., Луценко А. Е. // Главный зоотехник. – 2015. – № 10. – С. 24-31. 7. Еремина, И. Ю. Возрастные особенности кислородного метаболизма клеток крови крупного рогатого скота / И. Ю. Еремина, Г. В. Макарская, С. В. Тарских // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 11. – С. 128-135. 8. Eremina, I. Yu. Evaluation of the phagocytizing blood cells functional activity of cattle (*bous taurus*) / I. Yu. Eremina, G. V Makarskaya, L. A. Gerasimova, A. I. Kuklina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – 2019. – С. 42013. 9. Magrisso, M. Y. Functional states of polymorphonuclear leukocytes determined by chemiluminescent kinetic analysis / M. Y. Magrisso, M. L. Alexandrova, V. I. Markova [et al.] // Luminescence, 2000. – № 15. – P. 143-145.

УДК 636.082.2:636.237.23

## АНТИГЕННОЕ СХОДСТВО ПАР И ЕГО СВЯЗЬ С ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ КОРОВ КРАСНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ

**Ефимова Л.В.**

Красноярский научно-исследовательский институт животноводства – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Россия

*Изучен антигенный состав групп крови у быков-отцов, коров-матерей и коров-дочерей красно-пестрой породы, разводимых в Красноярском крае. Проанализировано влияние уровня антигенного сходства на воспроизводительную способность коров. **Ключевые слова:** антигенное сходство, воспроизводительная способность, мать, отец, дочь, красно-пестрая порода.*

## ANTIGENIC SIMILARITY OF PAIRS AND ITS RELATIONSHIP WITH REPRODUCTIVE ABILITY OF RED-MOTLEY COWS

**Efimova L.V.**

Krasnoyarsk Scientific-Research Institute of Animal Husbandry – Division of FIC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

*The antigenic composition of blood groups was studied in bull-fathers, cow-mothers, and cow-daughters of the Red-Motley breed, bred in the Krasnoyarsk Territory. The effect genetic similarity of pairs on reproductive capacity of cows was analyzed. **Keywords:** antigene similarity, reproductive ability, mother, father, daughter, Red-Motley breed.*

**Введение.** Голштинизация крупного рогатого скота различных пород в России и зарубежных странах мира в целом положительно сказалась на молочной продуктивности стад. Однако произошло снижение показателей воспроизводительной способности у коров. Одной из причин такой ситуации, по мнению С.Л. Гридиной и О.С. Шаталиной [1], может являться генетическая несовместимость спариваемых животных. Авторы отмечают, что при повышении степени родства пар до 0,4-0,6 у коров-потомков воспроизводительная способность у коров улучшается: продолжительность сервис-периода сокращается, кратность осеменения снижается. В другой работе [2] авторы проанализировали такое влияние на 1102 парах крупного рогатого скота и пришли к выводу, что антигенное сходство не оказывает существенного влияния на продолжительность сервис-периода. По данным С.П. Бугаева с соавторами [3] у коров с уровнем гомозиготности пар свыше 40% наблюдался наиболее длительный сервис-период, а со сходством до 20% он был самым коротким. В.М. Гукеев с соавторами [4] также обращают внимание на снижение плодовитости у коров при повышении степени родства родителей.

Целью работы было изучение влияния антигенного сходства пар на воспроизводительную способность коров красно-пестрой породы.

**Материалы и методы исследований.** Научные исследования проведены в ФГУП «Курагинское» Курагинского района Красноярского края на коровах красно-пестрой породы. С использованием данных первичного зоотехнического учета и программы Selex было отобрано 3 группы животных по 38 голов в каждой: быков-отцов, коров-матерей и коров-дочерей. Были проанализированы состав и частота антигенов систем групп крови животных, антигенное сходство отцов и матерей, отцов и дочерей, матерей и дочерей, показатели воспроизводительной способности дочерей, коэффициенты корреляции между уровнем антигенного сходства пар и воспроизводительной способностью коров-дочерей. Для выявления связи уровня генетического сходства пар с воспроизводительной способностью коров-дочерей животные были распределены на пары с уровнем антигенного сходства  $\geq 30$  и  $< 30\%$ : отцы-матери, отцы-дочери и матери-дочери.

Частота антигенов ( $p$ ) определялась по процентному отношению числа животных, имеющих антиген, к общему числу животных в группе.

В случаях, когда  $p \leq 25\%$  или  $p \geq 75\%$ , применялось преобразование Фишера (метод  $\phi$ ), при  $p=0$  использовалось преобразование Ван-дер-Вардена [5].

Ошибку ( $sp$ ) при  $p=0$  и  $p>0$  устанавливали по формулам 1 и 2 соответственно.

$$Sp = \frac{p \times (100 - p)}{N + 3}, \quad (1)$$

где  $N$  – общая численность животных в группе, голов.

$$Sp = \sqrt{\frac{p \times (100 - p)}{N}}, \quad (2)$$

Достоверность разницы между группами по частоте антигенов определена с использованием критериев Фишера (в случаях  $p \leq 25\%$  или  $p \geq 75\%$ ) и Стьюдента (в остальных случаях).

Индекс антигенного сходства ( $Kj$ ) устанавливался по формуле П. Жаккара:

$$Kj = \frac{c}{a + b - c}, \quad (3)$$

где  $a$  – количество антигенов у коров-дочерей,  $b$  – количество антигенов у быков-отцов,  $c$  – количество общих антигенов для дочерей и отцов.

Генетическая дистанция ( $D$ ) между группами животных определялась по формуле:

$$D = 1 - Kj. \quad (4)$$

Достоверность разницы между группами по количественным признакам определялась по критерию Стьюдента с использованием формул для равночисленных и неравночисленных групп.

**Результаты исследования.** Анализ частоты антигенов у отцов, матерей и дочерей показал, что наиболее часто во всех трех группах встречались антигены F (94,7-100%), Z (71,1-84,2%), H (68,4-76,3%), X<sub>2</sub> (60,5-71,1%), наиболее редко (2,6%) – антигены H, Z', B1, G, I, A<sub>3</sub>, E<sub>1</sub>, P', J<sub>2</sub>, O''. У быков-отцов по сравнению с матерями и дочерьми на 21,1-36,9% ( $P \leq 0,05-0,001$ ) реже встречались антигены G<sub>2</sub>, A<sub>2</sub>, O', Y', C<sub>2</sub>, E и W. Также отцы уступали матерям по доле антигенов O<sub>1</sub> и G<sub>3</sub> (на 23,6 и 26,3%;  $P \leq 0,05$ ) и дочерям по доле антигенов B<sub>2</sub>, B', Q, V, L S<sub>2</sub> (на 23,7-34,3%;  $P \leq 0,05-0,01$ ). Дочери превосходили своих отцов и матерей по доле антигенов O<sub>3</sub>, D', G'', J<sub>2</sub> и S<sub>1</sub> (на 15,8-39,5%;  $P \leq 0,05-0,001$ ), а также матерей по доле антигена U'' (на 23,7%;  $P \leq 0,01$ ). Доля матерей-носителей антигенов I<sub>2</sub> и T<sub>1</sub> была больше, чем у отцов и дочерей на 26,3-39,5% ( $P \leq 0,01-0,001$ ) (таблица 1).

**Таблица 1 – Встречаемость антигенов у быков-отцов, коров-матерей и коров-дочерей**

Система	Антиген	Встречаемость, голов			Частота антигенов, %		
		отцы (1)	матери (2)	дочери (3)	$p_1 \pm sp_1$	$p_2 \pm sp_2$	$p_2 \pm sp_2$
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
A	A <sub>1</sub>	6	9	11	15,8±5,92	23,7±6,9	28,9±7,35
	A <sub>2</sub>	18	23	19	47,4±8,1	60,5±7,93	50±8,11
	H	1	–	–	2,6±2,58	2,5±2,44	2,5±2,44
	Z	–	1	–	2,5±2,44	2,6±2,58	2,5±2,44
B	B		2		2,5±2,44	5,3±3,63	2,5±2,44
	B <sub>1</sub>	1	1		2,6±2,58	2,6±2,58	2,5±2,44
	B <sub>2</sub>	9	13	18	23,7±6,90 <sup>(3)</sup>	34,2±7,7	47,4±8,1
	G	1	1		2,6±2,58	2,6±2,58	2,5±2,44
	G <sub>2</sub>	3	12	13	7,9±4,38 <sup>*(2,3)</sup>	31,6±7,54	34,2±7,7
	G <sub>3</sub>	7	17	14	18,4±6,29 <sup>(2)</sup>	44,7±8,07	36,8±7,82
	I			1	2,5±2,44	2,5±2,44	2,6±2,58
	I <sub>1</sub>	6	6	6	15,8±5,92	15,8±5,92	15,8±5,92
	I <sub>2</sub>	15	3	18	39,5±7,93 <sup>** (2)</sup>	7,9±4,38	47,4±8,1 <sup>*** (2)</sup>
	K		4		2,5±2,44	10,5±4,97	2,5±2,44
	O <sub>1</sub>	5	14	12	13,2±5,49 <sup>(2)</sup>	36,8±7,82	31,6±7,54
	O <sub>2</sub>	6	8	10	15,8±5,92	21,1±6,62	26,3±7,14
	O <sub>3</sub>	10	10	21	26,3±7,14 <sup>*(3)</sup>	26,3±7,14 <sup>** (3)</sup>	55,3±8,07
	O <sub>4</sub>	3		1	7,9±4,38	2,5±2,44	2,6±2,58
	P <sub>2</sub>	5	6	5	13,2±5,49	15,8±5,92	13,2±5,49
	Q		10	9	2,5±2,44	26,3±7,14	23,7±6,9
	T <sub>1</sub>	3	13	3	7,9±4,38 <sup>** (2)</sup>	34,2±7,7	7,9±4,38 <sup>** (2)</sup>
	T <sub>2</sub>		4	6	2,5±2,44	10,5±4,97	15,8±5,92
	Y <sub>1</sub>	1	5	4	2,6±2,58	13,2±5,49	10,5±4,97
	Y <sub>2</sub>	10	12	13	26,3±7,14	31,6±7,54	34,2±7,7
	A <sub>1</sub>	3	2	3	7,9±4,38	5,3±3,63	7,9±4,38
	A <sub>2</sub>	6	17	16	15,8±5,92	44,7±8,07 <sup>** (1)</sup>	42,1±8,01 <sup>*(1)</sup>
	A <sub>3</sub>		1		2,5±2,44	2,6±2,58	2,5±2,44
	B <sup>^</sup>	4	8	14	10,5±4,97 <sup>** (3)</sup>	21,1±6,62	36,8±7,82
	D <sup>^</sup>	10	9	24	26,3±7,14 <sup>** (3)</sup>	23,7±6,9 <sup>** (3)</sup>	63,2±7,82
	E <sub>1</sub>	1	1		2,6±2,58	2,6±2,58	2,5±2,44
	E <sub>2</sub>	9	8	12	23,7±6,9	21,1±6,62	31,6±7,54
	E <sub>3</sub>	22	18	19	57,9±8,01	47,4±8,1	50±8,11
G <sup>^</sup>	7	8	11	18,4±6,29	21,1±6,62	28,9±7,35	
G <sup>^^</sup>	2	3	13	5,3±3,63 <sup>** (3)</sup>	7,9±4,38 <sup>** (3)</sup>	34,2±7,7	
Г	3	4	11	7,9±4,38 <sup>*(3)</sup>	10,5±4,97 <sup>*(3)</sup>	28,9±7,35	
Г <sub>2</sub>	6			15,8±5,92	2,5±2,44	2,5±2,44	
J <sub>1</sub>	2			5,3±3,63	2,5±2,44	2,5±2,44	
J <sub>2</sub>	6	6	15	15,8±5,92 <sup>*(3)</sup>	15,8±5,92 <sup>*(3)</sup>	39,5±7,93	
K <sup>^</sup>	2			5,3±3,63	2,5±2,44	2,5±2,44	
O <sup>^</sup>	7	15	16	18,4±6,29 <sup>*(2,3)</sup>	39,5±7,93	42,1±8,01	
O <sup>^^</sup>		1		2,5±2,44	2,6±2,58	2,5±2,44	
P <sup>^</sup>		1	1	2,5±2,44	2,6±2,58	2,6±2,58	
P <sub>2</sub>		3	7	2,5±2,44	7,9±4,38	18,4±6,29	
Q <sup>^</sup>	10	14	20	26,3±7,14 <sup>** (3)</sup>	36,8±7,82	52,6±8,1	
Y <sup>^</sup>	1	8	14	2,6±2,58	21,1±6,62 <sup>** (1)</sup>	36,8±7,82 <sup>** (1)</sup>	
B <sup>^^</sup>	2	4	4	5,3±3,63	10,5±4,97	10,5±4,97	
C	C <sub>1</sub>	2	8	4	5,3±3,63 <sup>*(2)</sup>	21,1±6,62	10,5±4,97
	C <sub>2</sub>	6	18	20	15,8±5,92 <sup>** (2,3)</sup>	47,4±8,1	52,6±8,1
	E	13	27	26	34,2±7,7 <sup>** (2,3)</sup>	71,1±7,35	68,4±7,54
	X <sub>1</sub>	13	10	9	34,2±7,7	26,3±7,14	23,7±6,9
	X <sub>2</sub>	27	23	25	71,1±7,35	60,5±7,93	65,8±7,7
	X <sub>3</sub>			1	2,5±2,44	2,5±2,44	2,6±2,58
	R <sub>1</sub>	6	6	9	15,8±5,92	15,8±5,92	23,7±6,9
	R <sub>2</sub>	14	17	21	36,8±7,82	44,7±8,07	55,3±8,07
	W	13	23	25	34,2±7,7	60,5±7,93 <sup>*(1)</sup>	65,8±7,7 <sup>*(1)</sup>
	C <sup>^</sup>	1			2,6±2,58	2,5±2,44	2,5±2,44
L <sup>^</sup>	21	17	24	55,3±8,07	44,7±8,07	63,2±7,82	

## Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
F-V	F	36	38	36	94,7±3,63	100±0	94,7±3,63
	F <sub>1</sub>	1			2,6±2,58	2,5±2,44	2,5±2,44
	F <sub>2</sub>			1	2,5±2,44	2,5±2,44	2,6±2,58
	V	9	16	18	23,7±6,9 <sup>*(3)</sup>	42,1±8,01	47,4±8,1
	V <sub>1</sub>	1			2,6±2,58	2,5±2,44	2,5±2,44
J	J	6	12	10	15,8±5,92	31,6±7,54	26,3±7,14
	J <sub>2</sub>			1	2,5±2,44	2,5±2,44	2,6±2,58
L	L	14	18	27	36,8±7,82 <sup>***(3)</sup>	47,4±8,1	71,1±7,35
M	M	5	4	2	13,2±5,49	10,5±4,97	5,3±3,63
S	S <sub>1</sub>	5	10	16	13,2±5,49 <sup>***(3)</sup>	26,3±7,14 <sup>*(3)</sup>	42,1±8,01
	S <sub>2</sub>	7	11	17	18,4±6,29 <sup>*(3)</sup>	28,9±7,35	44,7±8,07
	U	4	4	7	10,5±4,97	10,5±4,97	18,4±6,29
	U <sup>^</sup>	5	6	11	13,2±5,49	15,8±5,92	28,9±7,35
	U <sup>^^</sup>	7	3	12	18,4±6,29	7,9±4,38 <sup>***(3)</sup>	31,6±7,54
	H <sup>^</sup>	29	26	27	76,3±6,9	68,4±7,54	71,1±7,35
	H <sup>^^</sup>	3	6	13	7,9±4,38	15,8±5,92	34,2±7,7
Z	Z	32	29	27	84,2±5,92	76,3±6,9	71,1±7,35

Наибольшее антигенное сходство наблюдалось между матерями и дочерями (80,6%), наименьшее – между отцами и дочерями (68,9%) (таблица 2).

**Таблица 2 – Антигенное сходство и генетическая дистанция между группами животных генетическая дистанция**

Группа	Отцы	Матери	Дочери
Отцы	-	0,243	0,311
Матери	0,757	-	0,194
Дочери	0,689	0,806	-

Антигенное сходство между парами «отцы-матери» в среднем составило 23,7% (lim=7,7-47,4%), между парами «отцы-дочери» – 26,6% (lim=8,3-44,4%), между парами «матери-дочери» – 32,6% (lim=11,1-55,3%). Влияние уровня антигенного сходства пар ( $\geq 30$  и  $< 30\%$ ) на воспроизводительную способность коров не подтвердилось – разница между группами оказалась несущественной (таблица 3).

**Таблица 3 – Антигенное сходство пар и его влияние на воспроизводительную способность коров**

Фактор	n пар	Индекс антигенного сходства, %	Возраст первого отела, мес.	Сервис период у дочери, дней	Коэффициент воспроизводительной способности	Индекс плодовитости
K <sub>j(O-M)</sub> $\geq 30\%$	9	36,2	26,2±0,52	170,6±42,66	0,838±0,0569	43,8±3,03
K <sub>j(O-M)</sub> $< 30\%$	29	19,9	26,2±0,69	186,0±20,41	0,812±0,0327	42,8±1,30
K <sub>j(O-D)</sub> $\geq 30\%$	15	36,5	25,7±0,64	178,1±30,23	0,826±0,0460	43,8±2,13
K <sub>j(O-D)</sub> $< 30\%$	23	20,1	26,5±0,79	185,0±23,40	0,813±0,0360	42,6±1,45
K <sub>j(M-D)</sub> $\geq 30\%$	20	41,8	26,5±0,52	189,1±22,85	0,796±0,0303	42,4±1,59
K <sub>j(M-D)</sub> $< 30\%$	18	22,4	25,9±0,99	174,8±29,65	0,844±0,0490	43,9±1,84

Примечание. В таблице приняты условные обозначения: K<sub>j</sub> – индекс антигенного сходства; O – быки-отцы; M – коровы-матери; D – коровы-дочери.

При расчете коэффициентов корреляции между уровнем антигенного сходства пар и воспроизводительной способностью коров выявлена слабая связь прямой и обратной направленности – коэффициенты корреляции составили от -0,307 до +0,103 (таблица 4).

**Таблица 4 – Коэффициенты корреляции между индексом антигенного сходства пар и показателями воспроизводительной способности у коров**

Индекс антигенного сходства	Показатели воспроизводительной способности коров-дочерей	n пар	Коэффициент корреляции	Индекс антигенного сходства	Показатели воспроизводительной способности коров-дочерей	n пар	Коэффициент корреляции
Отцы-матери	Возраст первого отела, мес.	38	-0,051±0,1664	Отцы-дочери	КВС	38	-0,099±0,1658
	Сервис период, дней	38	-0,052±0,1664		Индекс плодовитости	38	0,019±0,1666
	КВС	38	0,069±0,1663	Матери-дочери	Возраст первого отела, мес.	38	0,103±0,1658
	Индекс плодовитости	38	0,076±0,1662		Сервис период, дней	38	-0,023±0,1666
Отцы-дочери	Возраст первого отела, мес.	38	-0,307±0,1586	Матери-дочери	КВС	38	-0,021±0,1666
	Сервис период, дней	38	0,120±0,1655		Индекс плодовитости	38	-0,023±0,1666

**Заключение.** Установлено, что у животных красно-пёстрой породы наиболее часто встречаются антигены F (94,7-100%), Z (71,1-84,2%), H` (68,4-76,3%), X<sub>2</sub> (60,5-71,1%), наиболее редко (2,6%) – антигены H, Z', B1, G, I, A`<sub>3</sub>, E`<sub>1</sub>, P`, J<sub>2</sub>, O``. Уровень антигенного сходства в целом по группам между матерями и дочерями составляет 80,6%, между отцами и дочерями – 73,9%, между парами – от 8,3 до 55,3%. Зависимости между уровнем антигенного сходства пар и воспроизводительной способностью коров не выявлено, корреляционная связь оказалась слабой (r = -0,307 ... +0,103).

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования России, номер государственного учета НИОКТР: АААА-А19-119012290066-7.

**Литература.** 1. Гридина, С. Л. Взаимосвязь групп крови крупного рогатого скота и продолжительности сервис-периода / С. Л. Гридина, О. С. Шаталина // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2015. – № 3. – С. 54-56. 2. Гридина, С. Л. Влияние групп крови на воспроизводительные функции крупного рогатого скота / С. Л. Гридина, О. С. Шаталина // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2012. – №. 15 (2). – С. 179-184. 3. Бугаев, С. П. Влияние типов спаривания на воспроизводительные качества коров при разном уровне генетического сходства родителей по эритроцитарным антигенам / С. П. Бугаев, О. А. Бугаева, Т. Г. Козлова // Современное состояние отечественных пород крупного рогатого скота и перспективы их качественного улучшения: сб. науч. тр. по материалам Нац. науч.-практ. конф. к юбилею заслуженного работника сельского хозяйства, д.с.-х.н., профессора Р.В. Тамаровой (12 октября 2017 г.) / ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2017. – С. 12-19. 4. Гужежев, В. М. Генетическая и экономическая обусловленность плодовитости крупного рогатого скота / В. М. Гужежев, М. С. Габаев, О. А. Батырова // Зоотехния. – 2012. – № 8. – С. 4-6. 5. Васильева, Л. А. Статистические методы в биологии, медицине и сельском хозяйстве / Л. А. Васильева. – Новосибирск, 2007, С. 86-88.

УДК 636.2.034

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА КАППА-КАЗЕИНА СИММЕНТАЛЬСКОГО И ГОЛШТИНИЗИРОВАННОГО ЧЕРНО-ПЕСТРОГО СКОТА УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

**Зырянова А.А., Севостьянов М.Ю.**

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр  
Уральского отделения Российской академии наук», г. Екатеринбург, Россия  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет»,  
г. Екатеринбург, Россия