

УДК 636.22/28:579

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В РАБОТЕ С ЯРОСЛАВСКОЙ ПОРОДОЙ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

А.В. Ильина, А.В. Коновалов, М.В. Абрамова

*Ярославский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства*

В статье представлены результаты генетических исследований животных стада ОАО «Племзавод им. Дзержинского». Определены отдельные генотипы EAB-системы, отвечающие за продуктивные признаки: повышенное содержание жира в молоке с надоем. В результате генотипирования по аллельным вариантам гена каппа-казеина и альфа-лактальбумина установлены частоты генов и генотипов. Выявлено достоверное превосходство чистопородных ярославских коров с генотипом каппа-казеина BB по надоем молока и массовой доле белка в молоке. Установлено, что большинство тестированных животных имеет генотип альфа-лактальбумина AB и они достоверно превосходят особей с генотипами LA альфа-лактальбумина AA и альфа-лактальбумина BB по массовой доле белка в молоке как по первой, так и по наивысшей лактации. Представленные данные могут служить основой для прогнозирования племенной ценности молодняка ярославской породы при отборе в раннем возрасте по комплексу желательных хозяйственно-полезных признаков.

**Ключевые слова:** крупный рогатый скот, ярославская порода, молочная продуктивность, иммуногенетические показатели, каппа-казеин, альфа-лактальбумин, маркер-зависимая селекция.

**Введение.** Определяющим фактором по увеличению производства продуктов животноводства является грамотное ведение селекционно-племенной работы со стадом. Племенная работа все больше выходит на уровень генетического анализа селекционных процессов. Без знания генотипа животного нельзя в полной мере судить о его индивидуальности, наследственности и изменчивости, ориентируясь лишь на фенотипические проявления признаков [1, 2, 3]. Определенный интерес в мониторинге селекционных параметров представляют иммуногенетические и молекулярно-генетические характеристики. Генофондная структура каждой породы отличается от других популяций и даже каждое стадо в пределах одной породы может значительно различаться.

К настоящему времени у сельскохозяйственных животных

выявлено 10 типов генетических систем. Они позволяют получать информацию о разных аллельных вариантах и экспериментально исследовать, какие варианты отдельных генов и генных ансамблей имеют преимущественное распространение у групп организмов, несущих желательный комплекс признаков в конкретных средовых условиях. Внедрение генетических маркеров в качестве дополнительных критериев при отборе сельскохозяйственных животных призвано ускорить селекционный процесс и повысить его эффективность [4]. Особо актуальным в теоретическом и практическом отношении является исследование полиморфизма молочных генов, как маркеров молочной продуктивности. Преимущество генетических маркеров заключается в том, что они неизменяемы в онтогенезе, независимы от условий

внешней среды и имеют кодоминантный тип наследования, а значит и четкий генетический контроль. Использование генетических маркеров молочной продуктивности в практической селекции крупного рогатого скота, позволит более достоверно оценивать генетический потенциал пород, популяций и отдельно взятых особей, контролировать селекционные процессы и корректировать их направленность [5]. Цель работы заключалась в изучении генотипа ярославской породы крупного рогатого скота, разводимого в ОАО «Племзавод им. Дзержинского» по иммуногенетическим и молекулярно-генетическим параметрам.

#### Методика исследований.

Исследования проводились в лаборатории иммуногенетики и биотехнологии ФГБНУ ЯРНИИЖК. Для проведения исследований были отобраны образцы крови коров ярославской породы, разводимой в ОАО «Племзавод им. Дзержинского» Ярославской области. Анализ аллелофонда по EAB-локусу крупного рогатого скота ярославской породы проводили по 263 образцам крови коров ярославской породы. Генотипирование животных для изучения аллелофонда по иммуногенетическим показателям осуществляли на основании документа «Правила генетической экспертизы племенного материала крупного рогатого скота» [6].

Установление генотипа коров (n=163 голов) по аллельным вариантам гена каппа-казеина и альфа-лактальбумина проводились с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР). Для амплификации фрагмента 4 экзона гена каппа-казеина использовали соответствующие праймеры:

BocasA:5'-

ATGTGCTGAGCAGGTATCCTAGTTA  
TGG-3'

BocasA: 5'-

CAAAAGTAGAGTGCAACAACACTG  
G-3'

Амплификацию проводили в следующем режиме: 94°C-1 мин.- денатурация; 62°C-1 мин.- отжиг праймеров; 72°C-1,5 мин.-синтез [7]. Диагностика аллельного полиморфизма гена LALBA основана на определении точковой мутации в позиции 263 (-1689) 5'- фланкирующего региона. Исходя из наличия и локализации мутации, выбраны два олигонуклеотидных праймера, амплифицирующие фрагмент гена длиной 440 п.о., включающий данную точковую мутацию. По завершению ПЦР проводили гидролиз продуктов ПЦР (10 МЛ) 1 Едэндонуклеазы Mhl 1 с последовательностью узнавания GDGCH C (D=A,G,T; а H=A,C,T). Информационной базой послужила ИАС «Селекс». Статистическая обработка данных проведена с использованием методик Плохинского Н.А. [8].

#### Результаты исследований.

Анализ систем групп крови позволил выявить в EAB- системе 33 аллеля (таблица 1). Из них наиболее высокую концентрацию в популяции (суммарная частота 0,878326996) имели аллели: B<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0,051330798), Q' (0,051330798), P<sub>2</sub>I' (0,057034221), b (0,058935361), B<sub>2</sub>O<sub>2</sub>B' (0,058935361), D'E'F'G'O' (0,070342205), Y<sub>2</sub>A' (0,125475285), G<sub>2</sub>Y<sub>2</sub>E'Q' (0,142585551), I<sub>1</sub> (0,153992395).

Незначительная концентрация отдельных (B<sub>2</sub>G<sub>2</sub>O<sub>1</sub>Y<sub>2</sub>E'P'; B<sub>2</sub>I<sub>1</sub>; B<sub>2</sub>Y<sub>2</sub>G'Y'G''; G'') аллелей указывает на то, что многие из них вытесняются отбором и, если в следующих поколениях не будет производителей с этими аллелями, они могут полностью исчезнуть в популяции. Это приведет к

потере редких генотипов, сокращению генетической изменчивости и снижению приспособленности. В практической селекции большое значение уделяется изучению связи молочной продуктивности животных с их генотипом, маркером которого являются группы крови. Для животных данного стада характерно наличие отдельных генотипов в В-локусе, отвечающих за продуктивные признаки: повышенное содержание жира в молоке ( $Q'/I_2$ ;  $B_2O_2/Q'$ ;  $P_2I'/Q'$ ;  $E_3'G'G''/G_2Y_2E'Q'$ ;  $Q'/Y_2A'_2$ ) с надоем ( $D'E'_3F'_2G'O'/P_2I'; Y_2A'_2/G_2O_2E'_2$ ;  $B_2Y_2E'_3G'Y'/O'; G_2Y_2E'_2Q'/Y_2A'_2$ ;  $D'E'_3F'_2G'O'/b$ ;  $I_2/G_2Y_2E'Q'$ ).

Представленные аллели желательно учитывать как при отборе

телок, так и быков-производителей с целью ускоренного распространения продуктивных качеств их носителей. Надо отметить, что взаимосвязь продуктивных признаков с ЕАВ-аллелями групп крови носит временный «ложный» характер и специфична для отдельных стад. Таким образом, использовать генетические маркеры на животных последующих поколений при отборе лучших генотипов возможно в том случае, если эффект маркерных аллелей групп крови сохраняется длительное время. Молоко коров Ярославской породы - это высококачественное сырье для приготовления сыров, поскольку являясь локальной породой, она сохранила в своем генотипе ценный аллель В.

Таблица 1

**Аллелофонд по ЕАВ-локусу крупного рогатого скота  
Ярославской породы, 2012-2016 гг.**

N п/п	Аллели ЕАВ-локуса	Частота встречаемости аллеля (q)	q <sup>2</sup>
1	b	0,058935361	0,003473
2	$B_2G_2O_1Y_2E'_3P'$	0,001901141	0,000004
3	$B_2I'P'Q'Y'$	0,013307985	0,000177
4	$B_2I_1$	0,001901141	0,000004
5	$B_2O_2$	0,051330798	0,002635
6	$B_2O_2B'$	0,058935361	0,003473
7	$B_2O_4Y_2D'$	0,001901141	0,000004
8	$B_2Y_2E'_3G'Y'$	0,022813688	0,000520
9	$B_2Y_2G'Y'G''$	0,001901141	0,000004
10	$B_2Y_2I'A'_1P'Q'Y'$	0,003802281	0,000014
11	$G_2I_1$	0,013307985	0,000177
12	$G_2O_2$	0,007604563	0,000058
13	$G_2O_2E'_2$	0,047528517	0,002259
14	$G_2Y_2$	0,001901141	0,000004
15	$G_2Y_2E'_3Q'$	0,142585551	0,020331
16	$I_2$	0,153992395	0,023714
17	$O_2A'_2J'K'O'$	0,005703422	0,000033
18	$O_2$	0,019011407	0,000361
19	$O_2A'_2$	0,013307985	0,000177
20	$O_4A'_2E'_3D'G'F'$	0,011406844	0,000130
21	$O_2D'$	0,019011407	0,000361
22	$O_4D'E'_3F'G'O'$	0,009505703	0,000090
23	$P_2I'$	0,057034221	0,003253

Продолжение Таблицы 1.

24	Y <sub>2</sub> A' <sub>2</sub>	0,125475285	0,015744
25	Y <sub>2</sub> D'E' <sub>3</sub>	0,005703422	0,000033
26	B'E' <sub>3</sub> G'	0,009505703	0,000090
27	D'G'O'	0,005703422	0,000033
28	D'E' <sub>3</sub> F' <sub>2</sub> G'O'	0,070342205	0,004948
29	D'E' <sub>3</sub> G''	0,005703422	0,000033
30	E' <sub>3</sub> G'G''	0,001901141	0,000004
31	O'	0,003802281	0,000014
32	G''	0,001901141	0,000004
33	Q'	0,051330798	0,002635

Таблица 2

## Молочная продуктивность коров с различными генотипами

Генотип	Поголовье, гол.	Показатель	Продуктивность за 305 дней I лактации					Продуктивность за 305 дней наивысшей лактации						
			надо й, кг	жи р, %	жи р, кг	бело к, %	бело к, кг	жир + белок , кг	надо й, кг	жи р, %	жи р, кг	бело к, %	бело к, кг	жир + бело к, кг
Чистопородные														
AA	21	M	4248	3,9 4	167 0	3,26	138, 6	305,6	6198	4,0 1	248 8	3,32	205, 7	454, 5
		Б	978, 3	0,1 5	37, 6	0,13	33,7	70,9	267, 9	0,1 7	13, 9	0,13	7,2	16,4
		C v	23,0	3,7	22, 5	4,07	24,4	23,2	4,3	4,3	5,6	3,9	3,5	3,6
AB	24	M	4008	4,0 1	160 5	3,35	134, 7	295,2	6265	4,1 9	260 6	3,38	212, 7	473, 2
		Б	882, 5	0,2 5	36, 3	0,08	31,9	67,6	1034 5	0,2 6	34, 2	0,17	40,9	74,9
		C v	22,0	6,1	22, 6	2,33	23,7	22,9	16,5	6,2	13, 1	5,12	19,3	15,8
BB	6	M	4754	3,9 4	186 8	3,26	153, 9	340,7	6596	4,1 0	269 7	3,39	223, 2	492, 9
		Б	763, 5	0,0 9	25, 9	0,13	18,9	44,8	386, 7	0,1 3	7,6	0,03	11,3	18,8
		C v	16,1	2,2	13, 9	3,9	12,3	13,2	5,9	3,1	2,8	0,8	5,1	3,8
Улучшенные генотипы														
AA	45	M	4396	3,9 9	174 8	3,26	143, 3	318,1	6715	4,1 1	273 9	3,23	215, 9	489, 8
		Б	808, 6	0,1 5	30, 9	0,17	28,3	58,6	889, 3	0,3 1	27, 6	0,13	24,7	50,7
		C	18,4	3,9	17,	5,4	19,7	18,4	13,2	7,5	10,	3,9	11,4	10,4

	v		7						1					
AB	3 3	M	3915	3,9 7	155 ,3	3,32	129, 9	285,2	6402	4,1 6	264 ,4	3,32	211, 1	475, 5
		Б	560, 1	0,1 8	21, 5	0,21	21,0	41,4	1335 ,3	0,3 1	48, 7	0,25	37,8	86,1
		C v	14,3	4,7	13, 8	6,3	16,2	14,5	20,9	7,5	18, 4	7,5	17,9	18,1
BB	6	M	3917	3,8 9	152 ,4	3,33	130, 5	282,9	7482	4,0 9	303 ,3	3,04	225, 5	528, 8
		Б	100, 8	0,1 5	1,9	0,01	3,8	1,9	939, 9	0,3 5	12, 2	0,25	9,8	21,9
		C v	2,6	3,8 0	1,2	0,3	2,9	0,68	12,5 6	8,5 7	4,0 3	8,29	4,32	4,15

В таблице 2 представлена молочная продуктивность тестируемых коров по первой и наивысшей лактации.

Среди исследуемых коров стада соотношение животных с генотипом CASK<sup>AA</sup> и CASK<sup>AB</sup> примерно одинаковое и составляет 48,9% и 42,2%, соответственно. Частота встречаемости генотипа CASK<sup>BB</sup> составила 8,9%. Представленный анализ генетической структуры популяции гена каппа-казеин, выявил преобладание аллеля CASK<sup>A</sup> (0,70) над аллелем CASK<sup>B</sup> (0,30). Связано это с тем, что в последнее время приоритет в селекционно-племенной работе отдается повышению надоя. Выявлено, что чистопородные животные с генотипом CASK<sup>BB</sup> по первой лактации достоверно превосходили по надюю животных с генотипом CASK<sup>AB</sup>. По наивысшей лактации животные с генотипом CASK<sup>BB</sup> достоверно превосходили особей с генотипом CASK<sup>AA</sup> как по надюю так и по содержанию белка в молоке и, как следствие, по количеству молочного белка (кг) и суммарному выходу жира и белка (кг). Помесные животные с генотипом CASK<sup>BB</sup> достоверно превосходили особей с генотипом CASK<sup>AA</sup> по надюю, содержанию белка (%) и общему выходу жира и белка в

молоке (кг) как по первой, так и по наивысшей лактации.

Альфа-лактальбумин является специфическим белком молока, необходимым для синтеза лактозы из УДФ-галактозы и глюкозы. Дифференциация по генотипам LALBA показала преобладание животных с генотипом LALBA<sup>AB</sup> (64,3 %). Процентное соотношение генотипов LALBA<sup>AA</sup> и LALBA<sup>BB</sup> распределилось 21,4 и 14,3, соответственно. Также в генотипе животных отмечено незначительное отличие между частотами аллеля LALBA<sup>A</sup> (0,54) и LALBA<sup>B</sup> (0,43). При изучении связи генотипа по локусу альфа-лактальбумина коров стада ОАО «Племзавод им. Дзержинского» с параметрами молочной продуктивности отмечено, что животные с генотипом LALBA<sup>AB</sup> достоверно превосходили особей с генотипами LALBA<sup>AA</sup> и LALBA<sup>BB</sup> по содержанию белка в молоке как по первой, так и по наивысшей лактации. Животные с генотипом LALBA<sup>AA</sup> достоверно превышали особей с генотипом LALBA<sup>AB</sup> и LALBA<sup>BB</sup> по надюю за 305 дней первой и наивысшей лактации (таблица 3).

Таблица 3

Молочная продуктивность коров с различными генотипами

Генотип	Поголовье, гол.	Показатель	Продуктивность за 305 дней I лактации						Продуктивность за 305 дней наивысшей лактации					
			надой, кг	жир, %	жир, кг	белок, %	белок, кг	жир+белок, кг	надой, кг	жир, %	жир, кг	белок, %	белок, кг	жир+белок, кг
			AA	6	М	7051	4,09	287,3	3,13	219,2	506,5	7464	4,02	299,0
		Б	1458,9	0,15	52,8	0,14	36,4	88,7	1097,6	0,20	39,5	0,10	27,7	65,5
		Сv	20,7	3,65	18,4	4,3	16,61	17,5	14,7	5,01	13,25	3,17	12,02	12,4
AB	18	М	5009	3,95	199,2	3,29	163,8	362,9	6624	3,96	262,1	3,27	214,9	476,9
		Б	1333,	0,1	56,	0,16	40,2	96,8	1786,	0,2	68,	0,16	53,9	121,

		0	9	9				6	1	4			6	
	C v	26,6	4,7 8	28, 6	4,91	24,5	26,7	26,9	5,2 7	26, 1	4,80	25,1	25,5	
ВВ	4	M	6130, 0	4,0 3	248 5	3,12	191, 4	439, 8	6123	4,0 6	249 7	3,14	192, 1	441, 8
		Б	586,6	0,3 1	42, 6	0,02	19,7	62,2	589,5	0,2 8	41, 2	0,01	18,8	59,9
		C v	9,6	7,8	17, 2	0,74	10,3	14,2	9,6	6,9 8	16, 5	0,18	9,8	13,6

**Заключение.** Численность аллелей EAV-локуса групп крови в данном стаде позволяет совершенствовать популяцию, повышая ее продуктивные показатели, и таким образом умножая ее конкурентоспособность на продовольственном рынке племенной продукции. Увеличение антигенного состава в EAV-локусе будет способствовать повышению продуктивного долголетия коров. Эффект селекции будет выше, если учитывать степень проявления признака, связанного со структурой генотипа животных. При этом генетическая обусловленность признака зависит от комбинации генов родителей, что можно выявить с помощью иммуногенетических и ДНК-технологий и, тем самым, целенаправленно использовать в практической работе. Проанализированные материалы предоставляют возможность применения генетических маркеров в качестве критериев отбора, дающих возможность более достоверно оценивать генетический потенциал породы, популяции и отдельно взятых особей, более точно контролировать селекционные процессы в стаде и корректировать их направленность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коновалов А.В., Косяченко Н.М., Ильина А.В. Информационная база данных в оценке иммуногенетических и молекулярно-

генетических характеристик ярославской породы крупного рогатого скота // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2015. №3 (43). С. 153-156.

2. Коновалов А.В., Ильина А.В., Хуртина О.А., Зверева Е.А. Иммуногенетические маркеры популяции крупного рогатого скота ярославской породы // Интенсивные технологии производства продукции животноводства: Сборник статей Международной научно-практической конференции. Пенза: РИО ПГСХА, 2015. С. 28-32.

3. Ильина А.В., Муштукова Ю.В., Хуртина О.А. Генетическая оценка состояния популяционного генофонда крупного рогатого скота ярославской породы в ОАО «Михайловское» Ярославского района // Вестник АПК Верхневолжья. 2014. № 3 (27). С. 39-42.

4. Калязина Т.В. Использование генной технологии для характеристики аллело-фонда черно-пестрого скота: Дис.... канд. биол. наук: 06.02.07. П.Быково Моск. обл. М., 2012. 113 с.

5. Семенюк О. В. Молекулярно-генетические аспекты оценки и прогнозирования молочной продуктивности крупного рогатого скота: Дис.... канд. биол. наук: 03.00.23 Ставрополь, 2006. 147 с.

6. Дунин И.М., Новиков А.А., Романенко Н.И. Правила генетической экспертизы племенного материала крупного рогатого скота. М.: ФГБНУ «РОСИНФОРМАГРОТЕХ», 2003. 48 с.

7. Калашникова Л.А., Дунин И.М., Глазко В.И. ДНК-технологии оценки сельскохозяйственных животных. ВНИИплем, 1999. 148 с.

8. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 256 с.

*Рукопись поступила в редакцию 13.06.2017*

## GENETIC ASPECTS IN THE WORK WITH THE YAROSLAVL BREED OF CATTLE

*A. Ilina, A. Kononov, M. Abramova*

In article results of genetic researches of animals of herd of OAO "Plemzavod by it. Dzerzhinsky» are presented. The separate genotypes of EAB-system, which are responsible for productive signs are defined: the high content of fat in milk with a bore. The result of genotyping for allelic variants of the gene alpha-lactalbumin and kappa-casein frequencies of genes and genotypes are established. The authentic superiority of thoroughbred Yaroslavl cows with a genotype kappa-caseina BB of milk yield and a fiber mass fraction in milk is revealed. It is established, that the majority of the tested animals has a genotype of alpha-lactalbumin AB and they authentically surpass individuals with genotypes LA of alpha-lactalbumin AA and of alpha-lactalbumin BB on a fiber mass fraction in milk both on the first, and on the highest lactation. The data presented can serve as a basis to predict breeding value of young animals of the Yaroslavl breed at selection at early age on a complex of desirable economic-useful signs.

Key words: cattle, yaroslavl breed, milk productivity, immunogenetic indicators, kappa-casein, alpha-lactalbumin, marker-dependent selection.