

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ В СЕЛЕКЦИИ КОРОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ

Г. С. Лозовая<sup>1</sup>, Н. В. Федотова<sup>2</sup>, А. А. Сехин<sup>3</sup>

<sup>1</sup> – ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела»,

г. Лесные Поляны, Московская обл., РФ

<sup>2</sup> – Племязавод «Красное знамя»,  
Псковской области, РФ

<sup>3</sup> – УО «Гродненский государственный аграрный университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 19.06.2015 г.)

**Аннотация.** В статье рассмотрены результаты исследований по использованию ДНК-методов для изучения генетического полиморфизма генов бета-лактоглобулина, kappa-казеина, соматотропина и ГКГ *BolaDRB3* у черно-пестрых коров, взаимосвязей с молочной продуктивностью и устойчивостью к маститу. Установлено, что для повышения эффективности селекционно-племенной работы в стадах черно-пестрой породы скота рекомендуется проводить тестирование животных по локусам бета-лактоглобулина, kappa-казеина, соматотропина и *BolaDRB3* (главного комплекса гистосовместимости), а также проводить геномную оценку, выявлять и накапливать животных с повышенной селективной значимостью. Это позволит использовать полиморфизм изученных локусов для прогнозирования молочной продуктивности и отбора коров, устойчивых к маститу. Накопление в стадах коров «желательных» генотипов *BLGGB*, *GHLL* и *BoLADRB3* будет способствовать повышению молочной продуктивности, улучшению технологических свойств молока и отбору животных с повышенной резистентностью к заболеванию молочной железы.

**Summary.** In article results of researches on utilisation of DNA-methods for studying of genetic polymorphism of genes of beta lactoglobulin, kappa casein, Somatotropinum and GKГ *BolaDRB3* at black-motley cows, interrelations with milk efficiency and resistance to a mastitis are surveyed. It is positioned, that for rising of efficacy of seleksionno-breeding job in herds of black-motley breed of cattle it is recommended to hold testing of animals on locuses of beta lactoglobulin, kappa casein, Somatotropinum and *BolaDRB3* (the main complex GKГ), and also to spend genomic an assessment, to tap and accumulate animals with the raised selective importance. It will allow to use polymorphism of the studied locuses for forecasting of milk efficiency and selection of cows, resistant against a mastitis. Accumulation in herds of cows of "desirable" genotypes *BLGGB*, *GHLL* and *BoLADRB3* will promote rising of milk efficiency, enriching of processing properties of milk and selection of animals with the raised resistance to lactiferous gland disease.

**Введение.** Известно, что молочное скотоводство в России является одной из ведущих отраслей животноводства. В последние годы основной задачей отрасли является повышение молочной продуктивности коров, улучшение технологических качеств молока, увеличение продолжительности продуктивного использования животных, устойчивых к заболеваниям. К научным разработкам последних лет предъявляются требования по изменению основ селекции молочного скота, а именно: повышение белкомолочности, улучшение технологических качеств производимой продукции. Достижения современной генетики позволяют определять гены, контролирующие хозяйственно полезные признаки. Известно, что аллельные варианты молочного белка бета-лактоглобулина связаны с показателем белкомолочности и технологическими свойствами молока. Ген бета-лактоглобулина отвечает также и за биологическую полноценность молока (Зиновьева Н. А. и др., 1998; Зиновьева Н. А., Гладырь Е. А., 2002; Костюнина О. В., 2004; Калашникова Л. А. и др., 2004, 2009). Гормон соматотропин является одним из основных регуляторов роста, обладает лактогенным и жиромобилизирующим действием (Dybus A., 2002; Lechnia K. D., 2002; Pawar R. S. et al., 2007; Михайлова М. Е., 2008). Первые оригинальные исследования по ДНК-полиморфизму генов *BolaDRB3* главного комплекса гистосовместимости и изучению связи отдельных аллельных вариантов с восприимчивостью коров к маститу проводились в России (Э. К. Бороздин, К. В. Клееберг, Г. Я. Зимин, 1993; Г. Е. Сулимова, И. Г. Удина, И. А. Захаров, 1995; Д. Е. Сивогринов, 2004), за рубежом (R. Bontop, D. Elterink, 1990; M. Zanottiet al., 1996). Важным параметром в оценке качества молока и его пригодности для переработки является количество содержащихся в нем соматических клеток, представляющих собой клетки тела животного. Значительный рост числа соматических клеток в молоке отдельных коров является сигналом заболевания вымени маститом [2, 3, 5].

Для повышения влияния на ситуацию в стаде, популяции и породе в целом селекционерам важно иметь сведения о взаимосвязи различных генотипов по локусам генов бета-лактоглобулина, соматотропина и ГКГ *BoLADRB3* с показателями молочной продуктивности, технологическими свойствами молока, восприимчивостью к заболеванию молочной железы. Возросшие требования к производству молочной продукции и отбору коров, устойчивых к маститу, диктуют необходимость использования генетических и селекционных методов для повышения эффективности разведения молочных пород скота [1, 6].

**Цель работы:** использование ДНК-методов для изучения генетического полиморфизма генов бета-лактоглобулина, каппа-казеина, со-

матотропина и ГКГ BolaDRB3 у черно-пестрых коров, взаимосвязей с молочной продуктивностью и устойчивостью к маститу. В результате были определены частоты генов и генотипов по отдельным локусам, изучена взаимосвязь с молочной продуктивностью и технологическими качествами молока, характер наследования и изменчивость продуктивности в парах «мать-дочь». Изучено число соматических клеток в молоке коров в связи с разными генотипами соматотропина и происхождением по отцам, уровнем продуктивности, периодом и сезоном лактации, системой содержания. Установлено влияние отдельных генотипов GH и BolaDRB3 и быков на устойчивость коров к маститу.

**Материал и методика исследований.** Исследования проводились на 155 коровах черно-пестрой породы племзавода СПК «Красное знамя» Псковской области. Для исследования ДНК-маркеров у коров были взяты пробы крови и ткани ушных выщипов. Образцы исследовались в лабораториях молекулярной генетики и цитогенетики животных ВНИИЖ. Поллиморфизм локусов BLG, CSN, GH и BolaDRB3 определяли по усовершенствованным методикам (Зиновьева Н. А., Гладырь Е. А., Костюнина О. В., 2002, 2008, 2004; Ковалюк Н. В., 2008) [3].

Молочная продуктивность подопытных коров учитывалась путем ежемесячных контрольных доек. В эти же сроки проводился анализ содержания жира и белка в молоке на милькосканере АКМ-89 «ЕКОМЛК». Количество соматических клеток в молоке коров определялось ежемесячно на протяжении двух смежных лактаций на анализаторе молока вискозиметрический «Соматос», внесенном в Госреестр средств измерений №13279-92. В группу риска относили коров, у которых число соматических клеток в молоке превышало 500 тыс./см<sup>3</sup>. Состав и питательность рациона кормления дойного стада соответствовал требованиям норм кормления. Все подопытные животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты распределения частот генов генотипов у коров черно-пестрой породы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение частот генов и генотипов

Локус	Частота генов (P), M±m			Частота генотипов, %			
	A-	B-	-	AA –	AB –	BB –	-
BLG	0,603±0,33	0,397±0,33	-	39,2	42,1	BB – 18,7	-
CSN	0,920±0,02	0,008±0,02	-	AA – 84,8	AB – 14,3	BB – 0,9	-
GH	0,759±0,33	0,421±0,33	-	LL – 59,1	LV – 33,6	VV – 7,3	-
BolaDRB3	0,566±0,33	0,334±0,33	0,100±0,33	H- 44,5	УЧ – 24,5	УУ – 11,9	НУ – 19,1

В локусе BLG преобладает ген А как в гомозиготном, так и в гетерозиготном состоянии с геном В; частота встречаемости его оказалась на 20,6% выше, чем гена В. Однако гетерозиготных аллелей АВ оказалось на 2,9% больше, чем аллелей АА. По гену каппа-казеина выявлена самая низкая степень гетерогенности, связанная с низкой полиморфностью этого белка; 84,8% коров имели аллель CSNAA, 14,3% – АВ и только 0,9% – ВВ.

Полиморфизм соматотропина в исследованной группе обусловлен двумя генами L и V и тремя генотипами LL, LV и VV. Аллель LL выявлен у 59,1% коров или на 25,5% выше, чем аллель LV и на 41,8% VV. Гены BOLA<sub>DRB3</sub> относятся ко II классу генов главного комплекса гистосовместимости крупного рогатого скота. Из таблицы видно, что у черно-пестрых коров выявлено три ассоциации генов BOLA – Ч (чувствительные), У (устойчивые), Н (нейтральные) и четыре аллеля с частотой встречаемости ЧЧ – 44,5%, УЧ – 24,5%, УУ – 11,9% и НУ – 19,1%. Частота гена Ч составила 0,566, У – 0,334, Н – 0,100.

Проверка генетического равновесия в локусах BLG, CSN, GH и BOLA<sub>DRB3</sub> исследованной популяции животных не выявила нарушения генетического равновесия, выраженного формулой  $\chi^2$ .

Известно, что молочная продуктивность коров обусловлена генотипом животного и условиями среды, в которых он реализуется.

Анализ молочной продуктивности коров разных генотипов за первую и третью лактации по BLG локусу показал, что относительно более высоким удоем за первую лактацию характеризовались коровы гомозиготного генотипа ВВ, у животных гетерозиготного генотипа АВ был самый низкий удой и относительно невысокое содержание белка в молоке (табл. 2).

Таблица 2 – Молочная продуктивность коров разных генотипов BLG

Генотип	Число животных	Удой, кг	Жир, %	Молочный жир, кг	Белок, %	Молочный белок, кг
Первая лактация						
АА	42	5148±117	3,75±0,01	193,1±4,67	2,81±0,05	145,6±4,58
АВ	45	4816±104	3,74±0,03	180,1±3,97	2,88±0,06	139,2±4,23
ВВ	20	5488±159	3,74±0,02	205,0±6,00	2,91±0,05	159,7±5,20
Третья и ст. лактации						
АА	42	5546±96	4,01±0,09	222,0±3,76	2,98±0,03	165,0±3,46
АВ	45	5203±93	4,01±0,07	209,0±3,60	3,07±0,05	160,0±3,50
ВВ	20	5720±131	3,88±0,07	202,0±5,57	3,04±0,05	174,0±3,73

\* –  $P < 0,05$ , \*\* –  $P < 0,01$ , \*\*\* –  $P < 0,001$

За полновозрастную лактацию самый высокий надой молока получен в группе коров гомозиготного аллеля ВВ. Содержание жира в

молоке к наивысшей лактации увеличилось у коров генотипов AA и AB на 0,26 п.п. ( $P<0,01$ ), генотипа BB – на 0,14 п. п. От коров генотипа BB по сравнению с животными генотипа AB надосно на 517 кг молока больше ( $P<0,001$ ).

Таким образом, лучшие показатели удоя и выхода молочного жира получены в группе коров гомозиготных генотипов AA и BB, содержания белка – генотипа AB, молочного белка – генотипа BB ( $P<0,001$ ).

Наследование уровня молочной продуктивности в группах коров-матерей и их дочерей за первую и третью лактации показано в таблице 3.

Таблица 3 – Наследование показателей молочной продуктивности в парах «мать-дочь»

Генотип BLG «мать-дочь»		Удой, кг	Жир, %	Молочный жир, кг	Белок, %	Молочный белок, кг
Первая лактация						
AA n-8 пар	мать	4499,3	3,69	166,2	2,83	126,9
	дочь	5159,3	3,78	195,6	2,89	149,6
	± к матери	+660	+0,09*	+29,4**	+0,06	+22,7**
AB n-7 пар	мать	4458,1	3,66	163,0	2,87	127,6
	дочь	5027,4	3,74	188,5	2,99	150,3
	± к матери	+569,3	+0,08	+25,5*	+0,12	+22,7
BB n-4 пары	мать	4999,5	3,65	182,4	2,77	139,9
	дочь	4607,0	3,79	175,3	2,97	137,3
	± к матери	-392,5	+0,14	+7,1	+0,20	-2,6
Третья лактация и старше						
AA n-8 пар	мать	5545,0	4,01	222,4	2,98	165,2
	дочь	5753,0	4,04	232,4	3,01	173,2
	± к матери	+208,0	+0,03	+10,0	+0,03	+8,0
AB n-7 пар	мать	5208,0	4,01	208,8	3,07	159,9
	дочь	5317,0	3,85	204,7	3,03	161,1
	± к матери	+109,0	-0,16	-4,1	-0,04	+1,2
BB n-4 пары	мать	5327,0	3,88	206,7	3,04	161,9
	дочь	5109,0	3,82	195,2	3,10	158,4
	± к матери	-218,0	-0,06	-11,5	+0,06*	-3,5

Наибольшая прибавка по надоем молока в сравнении с матерями за первую лактацию была у дочерей генотипа AA+660 кг, по жиру +0,09% ( $P<0,05$ ), по количеству молочного жира +29,4 кг ( $P<0,05$ ), по количеству молочного белка +22,7 кг ( $P<0,01$ ); по третьей и старше лактации – общая тенденция превосходства дочерей над матерями сохранилась, однако достоверное преимущество ( $P<0,05$ ) оказалось только по содержанию белка в группе гомозиготных коров аллеля BB.

При изучении показателей изменчивости признаков молочной продуктивности коров разных генотипов BLG установлено, что в первую лактацию матери и их дочери генотипа АВ по удою, содержанию и выходу молочного жира имели сходные коэффициенты изменчивости: 12,3 и 11,6; 1,79 и 2,48; 11,3 и 13,4.

Дочери генотипа АА имели сходную с матерями степень изменчивости признака жирномолочности (2,02 и 2,30), белка (11,20 и 13,08) и количества молочного жира (20,8 и 15,3). За полновозрастную лактацию у дочерей генотипа ВВ по удою, содержанию жира и белка, выходу молочного жира и белка степень варибельности признаков была ниже, чем у коров других генотипов.

На основании полученных данных рекомендуем оценивать коров по BLG локусу в родственных группах «мать-дочь» по результатам первой лактации, т. к. они наиболее объективные. Видимо, к окончанию третьей лактации из-за влияния негативных стресс-факторов снижается общая резистентность организма, что сказывается на показателях наследования продуктивности животных.

Гормон роста – соматотропин синтезируется в передней доле гипофиза и регулирует рост мышечной ткани и процессы лактации. В гене GH идентифицировано несколько мутаций. Наиболее изучена взаимосвязь мутации в пятом экзоне с молочной продуктивностью крупного рогатого скота. Данная мутация представляет собой C→G трансверсию в нуклеотидной последовательности 2141, приводящая к замене аминокислоты лейцин (L) на валин (V) в 127 позиции полипептида. Этот одиночный нуклеотидный пептид приводит к образованию двух аллелей: L – GH1 и V – GH1.

Анализ молочной продуктивности полновозрастных коров разных генотипов соматотропина, изменения концентрации соматических клеток, содержания жира и белка в молоке по месяцам лактации и в среднем за лактацию представлен в таблице 4.

Содержание жира в молоке было относительно высоким в группе коров генотипа GHVV, что на 0,10% выше ( $P \leq 0,001$ ), чем у коров генотипа LL и на 0,08% ( $P \leq 0,01$ ) – генотипа LV. Самая высокая концентрация соматических клеток в среднем за лактацию отмечена у коров генотипа VV – 430,6 тыс./см<sup>3</sup>, самая низкая – 387,8 тыс./см<sup>3</sup> у гомозигот LL. Средние показатели были выявлены у коров гетерозиготного генотипа LV.

Увеличение количества ( $P \leq 0,05$ ) соматических клеток в молоке коров разных генотипов начинается с пятого месяца лактации и продолжается до её окончания. Так, за весь период лактации у животных

генотипа GHLL число соматических клеток увеличилось в среднем на 22,5%, генотипа GHLV – на 11,3%, генотипа GHVV – на 9,8%.

Таблица 4 – Влияние генотипа GH на уровень надоя и качественные показатели молока коров в течение лактации

Генотип GH	Месяц лактации	Количество соматических клеток (тыс./см <sup>3</sup> )	% жира в молоке	% белка в молоке
LL (n-15)	Средний удой молока (кг) за 305 дней лактации 5562±110			
	2	346,2	3,62	3,99
	3	349,7	3,69	3,03
	4	352,2	3,83	3,06
	5	370,1	3,99	3,08
	6	381,3	4,02	3,07
	7	410,4	4,01	3,07
	8	434,6	4,02	3,10
	9	420,6	4,06	3,11
	10	424,6	4,17	3,11
В среднем		387,8±13,5	3,93±0,02	3,07±0,2
LV (n-18)	Средний удой молока (кг) за 305 дней лактации 5275±82			
	2	380,1	3,62	3,01
	3	367,2	3,73	3,03
	4	396,6	3,81	3,05
	5	399,9	3,92	3,05
	6	419,2	3,93	3,07
	7	442,1	3,99	3,08
	8	483,9	4,01	3,08
	9	463,1	4,24	3,08
	10	456,4	4,30	3,16
В среднем		423,2±9,7	3,95±0,01	3,07±0,2
VV (n-8)	Средний удой молока (кг) за 305 дней лактации 5257±101			
	2	392,2	3,65	3,01
	3	383,0	3,77	3,03
	4	396,8	3,85	3,05
	5	412,8	3,96	3,05
	6	439,2	4,08	3,07
	7	448,6	4,16	3,08
	8	436,8	4,18	3,08
	9	507,2	4,08	3,08
	10	455,8	4,57	3,16
В среднем		430,6±10,2	4,03±0,03	3,07±0,3

По поводу того, какое количество соматических клеток в молоке коров является нормальным, а какое повышенным, с точки зрения предрасположенности к маститу, единого мнения до сих пор нет. Одни авторы считают нормальным молоко, в котором содержание соматических клеток не превышает 100 тыс. единиц в 1 см<sup>3</sup>, другие – от 300 тыс. до 1 млн. единиц.

Международная молочная федерация рекомендует считать молоко хорошим, если оно содержит не более 500 тыс. единиц в 1 мл молока.

В странах Европы этот показатель составляет в среднем 300 тыс. единиц. Новый технический регламент ужесточил требования к количеству соматических клеток до 500 тыс. в 1 см<sup>3</sup> на молоко коров первого сорта.

Результаты анализа качества молока черно-пестрых коров разных генотипов GH и II лактаций показаны в таблице 5.

Таблица 5 – Качественная и технологическая оценка молока коров разных генотипов GH по периодам лактации (лучшие коровы стада)

Показатели	Период лактации после отела, среднее по группе		
	2-3 мес.	4-6 мес.	7-10 мес.
Генотип LL (n-30)			
Среднесуточный удой, кг	29,10	27,6	17,5
Число соматич. клеток, тыс./см <sup>3</sup>	226,6	215,2	285,5
Содержание жира, %	3,55	3,70	3,90
Содержание белка, %	3,16	3,03	3,15
Сомо	8,59	8,47	8,79
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1,0271	1,0292	1,0298
Точка замерзания, °С	-0,558	-0,558	-0,574
Генотип LV + VV (n-15)			
Среднесуточный удой, кг	29,3	20,3	13,5
Число соматич. клеток, тыс./см <sup>3</sup>	312,0	301,4	384,7
Содержание жира, %	4,13	4,17	4,25
Содержание белка, %	3,04	3,09	3,22
Сомо	8,45	8,51	8,94
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1,0283	1,0288	1,0301
Точка замерзания, °С	-0,555	-0,557	-0,561

Так, по количеству соматических клеток в молоке лучшие показатели имели коровы генотипа GHLL во все три периода лактации. У коров генотипов GHVV и LV число соматических клеток в молоке было выше на 85,4, 86,2, 99,2 тыс./см<sup>3</sup>, различия высокодостоверны. Коровы генотипа LL имели более устойчивую лактационную кривую. Надой молока к третьему периоду лактации у коров генотипа GHLL снизился на 11,6 кг, у LV и VV – на 15,8 кг (P<0,001). Однако коровы генотипов LV и VV превосходили животных генотипа LL по содержанию жира на 0,58, 0,11, 0,35%; различия высокодостоверны. По содержанию белка в молоке коровы генотипа LL в первый период лактации превосходили животных генотипов LV и VV на 0,12% (P<0,001), во второй и третий периоды – на 0,06 и 0,07% (P<0,001). Показатели плотности молока в обеих группах коров свидетельствовали о натуральности молока. Температура замерзания молока у коров генотипа LL находилась в пределах от -0,558 до -0,574 °С. LV и VV – от -0,555



до  $-0,561^{\circ}\text{C}$ . Согласно ГОСТу на натуральное молоко в высшем, первом и втором сортах молока температура заморозания должна быть не менее  $-0,520/-0,525$ . Видимо, повышенная температура заморозания молока у коров подопытных групп обусловлена избыточным содержанием в нем минеральных и др. питательных веществ, а также несбалансированностью количества энергии и протеина рациона.

Особое внимание при изучении концентрации соматических клеток в молоке коров уделяют влиянию технологических условий производства, сезона года, здоровья животных и т. д. Однако нельзя не учитывать индивидуальную устойчивость коров-дочерей, обусловленную генотипом быков (таблица 6).

Таблица 6 – Влияние быков и генотипов соматотропина на качественные показатели молока коров-дочерей

Генотип коров ГН	Кличка и № быка	Удой за 305 дней, кг (M±m)	Жир, %	Белок, %	Число соматических клеток, тыс./см <sup>3</sup>
LL (n-31)	Вертолет 3284	5223±144	3,95±0,04	3,08±0,05	453±17
	Индикатор 3401	5154±162	4,00±0,06	3,06±0,02	455±22
	Порох 600016	5285±151	4,00±0,04	3,13±0,02	369±17
	Форстер 459	5842±184	3,98±0,04	3,06±0,03	342±26
	Шелест 241	5342±130	3,93±0,05	3,06±0,01	358±21
LV (n-23)	Геолог 162	5903±136	3,88±0,05	3,07±0,01	406±29
	Вертолет 3284	5155±107	3,97±0,03	3,07±0,01	408±12
	Порох 600016	5214±114	3,98±0,07	3,07±0,02	365±20
	Форстер 459	5503±105	3,92±0,02	3,05±0,01	388±31
VV (n-8)	Геолог 162	5781±139	3,96±0,05	3,06±0,05	387±19
	Вертолет 3284	5355±140	3,69±0,03	3,05±0,03	486±18
	Индикатор 3401	4196±199	3,71±0,04	3,01±0,01	454±14
	Геолог 162	6338±117	3,72±0,05	3,01±0,02	425±23

Как свидетельствуют данные таблицы, самая высокая молочная продуктивность была у коров-дочерей быка Геолога 162 всех трех генотипов LL, LV и VV. Высокодостоверные различия по удою ( $P \leq 0,001$ ) выявлены между группами коров-дочерей быка Геолога 162 генотипа LL и быков Индикатора 3401, Вертолета 3284, Пороха 600016 и Шелеста 241 в пользу дочерей быка Геолога. В группе животных гетерозиготного генотипа LV высокодостоверные различия коров-дочерей быка Геолога 162 по удою выявлены со сверстницами от быков Вертолета, Пороха и Форстера ( $P \leq 0,001$ ); в группе коров генотипа GNVV дочери Геолога 162 превосходили коров Вертолета на 1283 кг ( $t_d=7,03$ ) и Индикатора – на 2142 кг молока ( $P < 0,001$ ). По содержанию жира в молоке достоверное преимущество имели дочери быков Индикатора, Пороха и Форстера генотипа GHLL. Таким образом, наши исследования подтверждают гипотезу о влиянии отдельных

быков-производителей на качественные и количественные показатели молока коров-дочерей.

В хозяйстве в зимнее время применяется стойлово-выгульная система содержания молочных коров, в летний период – пастбищно-лагерная. На пастбища коровы обычно выгоняются в начале мая и находятся на них до середины октября.

Динамика числа соматических клеток напрямую зависит от организационно-хозяйственных условий кормления и содержания (А. С. Коротков, Л. П. Любимов, 2004; Р. В. Тамарова, 2010). Исследования проводились вначале в коровнике, перед выгоном коров на пастбище, и через 20 дней после их выгона на пастбище (табл. 7).

Таблица 7 – Влияние систем содержания на количество соматических клеток в молоке

Месяцы лактации	Кол-во коров	Стойлово-выгульная (апрель)		Пастбищно-лагерная (май-июнь)		Разница ±	
		ср. сут. удой, кг	КСК, тыс./см <sup>3</sup>	ср. сут. удой, кг	КСК, тыс./см <sup>3</sup>	удой, кг	КСК, тыс./см <sup>3</sup>
I - II	9	31,0±4,1	230,1±6,5	27,5±2,3	236,5±5,6	-3,5	+6,4
III - V	14	21,5±5,2	265,6±6,1	18,7±1,7	271,5±4,8	-2,8	+5,9

Как свидетельствуют полученные результаты, у коров 1-2 месяца лактации удой после выгона коров на пастбище снизился за месяц на 3,5 кг, число соматических клеток увеличилось на 6,4 тыс./см<sup>3</sup>, у животных 3-5 месяца лактации соответственно – на 2,8 кг и 5,9 тыс./см<sup>3</sup>. Снижение удоя на пастбище, видимо, обусловлено резкой сменой рациона, повышение соматических клеток в молоке – отсутствием комфортных условий содержания.

В стандарте на натуральное коровье молоко (ГОСТ Р 52054-2003) повышены требования к безопасности молока. Одним из основных требований санитарной оценки молока являются соматические клетки. В молоке высшего сорта их число не должно превышать 2 тыс./см<sup>3</sup>, первого – не более 500 тыс./см<sup>3</sup>. От сортности напрямую зависит цена сдаваемого молока, и, следовательно, рентабельность хозяйства. В таблице 8 представлены результаты учета дойных коров разных генотипов соматотропина и возраста, оказавшихся в группе риска из-за значительного повышения в молоке числа соматических клеток и воспаления молочной железы.

Данные таблицы 8 свидетельствуют о том, что коровы с аллелем LLGH оказались более устойчивыми к маститу, LV и VV менее устойчивыми. Процент животных генотипа LV, предрасположенных к маститу, в течение от первой до седьмой лактаций составил 40,8, VV –

54,5, тогда как генотипа LL – 18,9%, из них 6,2% – это коровы 4-7 лактации.

Таблица 8 – Устойчивость коров к маститу в связи с генотипами соматотропина и возраста

Генотип GH	Иссле- дова- но коров, всего	Из них оказа- лось в группе риска		Возраст в лактациях							
				I		II		III		IV-VII	
		голов	%	голов	%	голов	%	голов	%	голов	%
LL	95	18	18,9	1	1,1	4	4,2	7	7,4	6	6,2
LV	49	20	40,8	1	2,0	1	2,0	4	8,2	14	28,6
VV	11	6	54,5	-	-	-	-	-	-	6	54,5
В среднем	155	44	28,4	2	1,2	5	3,2	11	7,1	26	16,8

Проведен анализ устойчивости коров разных генотипов ВоLADRB3. Показателем предрасположенности к заболеванию молочной железы коров служили соматические клетки в молоке коров в течение лактации. Лучшие результаты получены в группе коров генотипа УЧ.

Анализ экономической эффективности (табл. 9) проведен, исходя из санитарной оценки качества молока коров желательных и нежелательных типов локусов GH и ВоLADRB3.

При проведении расчетов учитывались устойчивые к маститу коровы генотипов соматотропина LL и ВоLA УЧ (желательный тип), у которых число соматических клеток в молоке в течение всей лактации находилось в пределах 298-499 тыс./см<sup>3</sup>. Во вторую группу риска вошли коровы генотипа соматотропина LV и VV и ВоLADRB3 ЧЧ и НУ, УУ, у которых число соматических клеток уже на третьем месяце лактации составляло 399 тыс./см<sup>3</sup>, к седьмому – достигало более 500 тыс./см<sup>3</sup>.

Таблица 9 – Экономический эффект от внедрения генетических маркеров устойчивости к маститу (в среднем на 1 корову за III лактацию)

Показатели	Желательный тип	Группа риска
	GH LL	GH LV, VV
	ВоLAУЧ	ВоLAЧЧ, НУ, УУ
Надоено молока базисной жирности, кг	6099,0 (высший сорт)	6275,0 (I сорт)
Число соматических клеток в молоке за лактацию, тыс./см <sup>3</sup>	298-499	от 500 до 1 млн.
Цена реализации 1 кг молока, руб.	15,20	12,80
Затраты к.ед. на 1 кг молока	1,20	1,20
Себестоимость производства 1 кг молока, руб.	14,43	14,43
Общая выручка от реализации молока, руб.	92704,8	80320,0
Общие затраты, руб.	88728,5	91080,0
+ затраты на ДНК-анализы, руб.	720	720
Прибыль, руб.	+3976,30	-107,60
Рентабельность, %	4,5	-

В результате учета генотипов ДНК-методом в группе животных желательных аллелей прибыль составила 3976 руб. в среднем на корову, что позволило дополнительно увеличить рентабельность производства молока на 4,5% и сохранить здоровье поголовья.

От коров с нежелательными ассоциациями аллелей соматотропина и BoLADRB3, с низкой резистентностью животных к маститу получены отрицательные результаты.

**Заключение.** Таким образом, для повышения эффективности селекционно-племенной работы в стадах черно-пестрой породы скота рекомендуем проводить тестирование животных по локусам бета-лактоглобулина, каппа-казеина, соматотропина и BolaDRB3 (главного комплекса гистосовместимости). В зависимости от поставленной цели предлагаем проводить в стадах геномную оценку, выявлять и накапливать животных с повышенной селективной значимостью.

Результаты исследований позволяют использовать полиморфизм локусов бета-лактоглобулина, соматотропина и главного комплекса гистосовместимости BoLA для прогнозирования молочной продуктивности и отбора коров, устойчивых к маститу. Накопление в стадах коров «желательных» генотипов BLGVB, GHLL и BoLADRB3 будет способствовать повышению молочной продуктивности, улучшению технологических свойств молока и отбору животных с повышенной резистентностью к заболеванию молочной железы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бороздин Э. К., Захаров В. М., Амбросьев Е. Д. Селекция сельскохозяйственных животных на устойчивость к болезням и повышение продуктивного долголетия // Сб. науч. тр. «Современные аспекты селекции, биотехнологии, информатизации в племенном животноводстве. – ВНИИплем. – Москва. – 1997. – С. 145-154.
2. Горковенко Л. Г., Ковалюк Н. В., Сацук В. Ф. Взаимосвязь генотипа по локусу BolaDRB3 ПКГ крупного рогатого скота с молочной продуктивностью // Вестник РАСХН. – 2007. - №3. – С. 73-74.
3. Гладырь Е.А. ДНК-диагностика вариантов генов каппа-казеина и бета-лактоглобулина у крупного рогатого скота; автореф. дисс. канд. биол. наук. – Дубровицы. – 2001. – 20 с.
4. Зинovieва Н.А. Введение в молекулярную генную диагностику сельскохозяйственных животных. – Дубровицы. – ВИЖ. – 2002. – 112 с.
5. Ковалюк Н.В. Проблемы и перспективы использования молекулярно-биологических методов в ветеринарии. // Сб. науч. тр. КРИА. Краснодар. – 2007. №16. – С. 77-82.
6. Хатами С.Р., Лабезный О.Е. ДНК – Полиморфизм генов гормона роста и пролактина у ярославского и черно-пестрого скота в связи с молочной продуктивностью. // Генетика. – 2005. - №2. – С. 229-236.