



УДК 636.2.034:575.113

Г.М. ГОНЧАРЕНКО, доктор биологических наук, заведующая лабораторией,
Н.Б. ГРИШИНА, кандидат биологических наук, научный сотрудник,
О.В. ПЛАХИНА, младший научный сотрудник,
Л.Д. ГЕРАСИМЧУК, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник,
В.И. БАМБУХ*, кандидат сельскохозяйственных наук, директор,
Е.А. ПАНКОВ*, главный зоотехник,
С.А. ПАНКОВ*, главный ветеринарный врач

Сибирский научно-исследовательский институт животноводства СФНЦ РАН

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: sibnptij@ngs.ru

**АО «Ивановское»*

632787, Россия, Новосибирская область, Баганский район, с. Ивановка

e-mail: bv39242@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ГОЛШТИНИЗАЦИИ СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ НА ИЗМЕНЕНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ CSN3, BLG И ИХ СВЯЗЬ С ПРОДУКТИВНОСТЬЮ И СЫРОПРИГОДНОСТЬЮ

Представлены результаты изучения полиморфизма генов молочных белков CSN3 и BLG в стаде симментальской породы и его изменение под влиянием голштинизации. Исследование проведено на двух стадах АО «Ивановское» Новосибирской области: одно представлено разновозрастными чистопородными коровами-симментами, второе сформировано из первотелок, полученных от скрещивания симменталов с голштинскими быками красно-пестрой масти. Частота генотипа ВВ гена CSN3, желательного с точки зрения сыропригодности, у голштинизированных коров снизилась на 6 % в сравнении с симментальскими, генотипа ВВ гена BLG на 11,7 %. При изучении ассоциативных связей генотипов изучаемых генов с продуктивными признаками показано, что с возрастом у чистопородных симментальских коров с генотипом ВВ наблюдается тенденция к повышению удоя в сравнении с альтернативными генотипами, особенно с вариантом АА. Разница по первой лактации между ними составляет лишь 96,6 кг, по третьей – 166, по четвертой и старше – 301,2 кг. В стаде голштинизированных первотелок связей между генотипами и хозяйственно ценными признаками не выявлено. На сыропригодные качества молока оказал влияние генотип ВВ гена k-казеина. Молоко коров с этим геном характеризуется лучшей коагуляцией – на 1,88 мин выше в сравнении с АА генотипом этого гена. Плотность ступка самой высокой была в молоке коров с генотипом ВВ, количество отделяемой жидкости у них на 0,78 мл выше, чем у коров с генотипом АА. Не выявлено ассоциативных связей генотипов гена β-лактоглобулина с показателями сыропригодности молока. Термостойчивость молока была высокой, алкогольная проба существенно не различалась и находилась на уровне 73,54–75,21.

Ключевые слова: симментальская порода, голштинизация, генотип, ген k-казеин (CSN3), ген β-лактоглобулин (BLG), сыропригодность.

В современной селекции сельскохозяйственных животных для получения продукции с заданными свойствами (высокое содержание белка и жира в молоке, мраморность, нежность мяса и др.) наряду с традиционными методами все более широко используют ДНК-технологии. Экспертиза по наиболее информативным генам-маркерам, проведенная в максималь-

но раннем возрасте животных (вплоть до эмбрионов) и независимо от пола способствует более точной оценке генетического потенциала животных и обеспечивает ускорение селекционного процесса [1]. Из числа имеющегося спектра генов-кандидатов, участвующих в регуляции белкового и липидного обмена крупного рогатого скота, особый интерес представляют гены κ -казеин (CSN3) и β -лактоглобулин (BLG), оказывающие влияние на молочную продуктивность, качественный состав молока и его сыропригодность [2–6].

Отечественными и зарубежными исследователями показана породоспецифическая частота аллелей А и В гена κ -казеина. Наиболее высокая встречаемость желательного аллеля В этого гена наблюдается у коров джерсейской породы (80 %), коричневой швицкой (65 %) [7]. В российских породах наиболее высокая частота генотипов АВ и ВВ данного гена выявлена в красной горбатовской и костромской породах (23–33 %) [8]. Симментальская порода, по данным ряда авторов, характеризуется некоторым разнообразием по генотипу ВВ: в стадах Башкортостана 2,5 % [9], Рязанской области 4 [10], Республики Алтай 7–17 % [11]. Следует отметить, что этот ген у буйволов мономорфный по аллелю В [12–15].

Ген κ -казеина, по мнению ряда ученых, однозначно связан с признаками белкомолочности и технологическими свойствами молока [16–21]. Его использование в селекции молочных пород, особенно в зонах производства твердых сыров, направлено на удовлетворение возрастающих требований рынка к качеству молочной продукции.

Не менее важную ценность для желательного состава молока, его биологической ценности и физико-химических свойств имеет главный белок молочной сыворотки – β -лактоглобулин (BLG). В ряде работ показано, что аллель В связан с высоким содержанием в молоке казеиновых белков и жира, а аллель А – с высоким содержанием сывороточных белков. Частота генотипа ВВ этого гена по породам колеблется от 38,0 % (черно-пестрая улучшенная голштинофризами) [22] до 14,4 (черно-пестрая) [23] и 39,6 % (холмогорская) [24]. При выявлении лучших генотипов данных генов и их комплексного сочетания установлены лучшие показатели по удою коров с генотипами CSN3 AA(AB)/BLG AA (AB), по содержанию жира и белка в молоке – коров с генотипами CSN3 AA(BB)/BLG AA (BB) [25]. Активное участие указанных генов в формировании молочной продуктивности и особенности породного полиморфизма служат основанием для выявления ассоциативных связей с параметрами хозяйственно ценных признаков, которые в дальнейшем могут использоваться в селекционно-племенной работе. Российские породы крупного рогатого скота, особенно разводимые в Сибирском регионе, недостаточно изучены в этом отношении. Известно, что широкое использование голштинской породы оказывает влияние на увеличение молочной продуктивности, улучшения экстерьера и формы вымени, однако при этом ухудшается качественный состав молока и изменяется генетическая структура улучшаемой породы, что представляет научный и практический интерес.

Цель работы – провести сравнительный анализ чистопородных симменталов и голштинизированных коров в стадах АО «Ивановское» Новосибирской области по полиморфизму генов CSN3 и BLG, определяющих молочную продуктивность, качественный состав и его сыропригодность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование проведено на двух стадах АО «Ивановское» (254 гол.), одно из которых представлено разновозрастными чистопородными коровами-симменталами, дочерями быков трех основных линий: Забавного 1142, Фасадника 642 и Сигнала 4863. Второе стадо сформировано из первотелок, полученных от скрещивания симменталов с голштинскими быками красно-пестрой масти. ДНК выделяли из крови консервированной ЭДТА КЗ с использованием набора для экстракции из клинического материала «Ампли Прайм ДНК-сорб-В» по прописи изготовителя ООО «НекстБио». ДНК-типирование коров по генам к-казеина и β -лактоглобулина проведено методом амплификации фрагментов ДНК с помощью полимеразной цепной реакции в лаборатории биотехнологий Сибирского научно-исследовательского института животноводства СФНЦА РАН согласно «Рекомендациям по геномной оценке крупного рогатого скота» [26].

Термоустойчивость молока определяли по алкогольной пробе (ГОСТ 25228–82). Для определения сыропригодности молока использовали сычужную и сычужно-бродильную пробы (ГОСТ 9225–84).

Частоту генотипов и аллелей в стаде определяли по учебно-методическому пособию [27]. Для оценки степени соответствия фактического распределения с теоретически ожидаемым использован метод χ^2 . Оценку достоверности различий двух выборочных средних проводили с использованием критерия Стьюдента [28].

Связь полиморфизма генов CSN3 и BLG с продуктивностью (удой в килограммах, процентное содержание жира и белка в молоке) оценивали за 305 дней по всем лактациям по данным зоотехнического учета. Статистическую обработку результатов проводили в программе Microsoft Excel. Оценку достоверности различий параметров продуктивности животных с разными генотипами осуществляли на основе *t*-критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Процесс голштинизации оказал влияние на молочную продуктивность скота. У первотелок удой повысился на 190 кг, содержание белка на 0,07 %, однако при этом жирность молока снизилась на 0,07 % (табл. 1).

Сравнительная оценка генотипической структуры анализируемых стад по генам CSN3 и BLG показала, что у чистопородных симментальских коров наблюдалось примерно равное соотношение генотипов AA и AB гена к-казеина, тогда как частота генотипа BB, желательного с точки зрения молочной продуктивности, качества молока и его сыропригодности, составляла 15,2 %, что соответствует средней по породе –7,2–16,7 % (табл. 2) [10, 29].

Таблица 1
Продуктивность первотелок чистопородных и голштинизированных симменталов

Первотелки	Показатель		
	Удой, кг	Жир, %	Белок, %
Симменталы	5270	3,73	3,13
Голштинизированные симменталы	5460	3,66	3,19

Таблица 2

Полиморфизм генов BCSN3 и BLG в стадах коров чистопородных симменталов и улучшенных голштинской породы, %

Ген	Породность	n	Генотип		
			AA	AB	BB
k-Казеин (BCSN3)	Симменталы	145	40,7 ± 4,08	44,1 ± 4,12	15,2 ± 2,98
	Голштинизированные симменталы	109	48,6 ± 4,79	42,2 ± 4,73	9,2 ± 2,76
β-Лактоглобулин (BLG)	Симменталы	148	15,5 ± 2,97	45,3 ± 4,09	39,2 ± 4,01
	Голштинизированные симменталы	109	14,7 ± 3,39	57,8 ± 4,73	27,5 ± 4,28

У голштинизированных коров соотношение генотипов сместилось в сторону увеличения численности животных с гомозиготным генотипом AA и уменьшением генотипа BB этого гена. Аналогичная ситуация наблюдалась и в отношении полиморфизма гена BLG, где желательный генотип BB выявлен у 39,2 % чистопородных симментальских коров, а число его носителей у голштинизированных первотелок снизилось на 11,7 % ($p < 0,05$). При этом частота аллеля A превышала альтернативный аллель B в 1,6 раза. Такое же соотношение генотипов данного гена отмечено и в стаде черно-пестрых голштинских коров – AA : AB : BB – 15,8 : 46,2 : 38,0 % соответственно [3]. Однако быков-производителей этой породы с генотипом BB выявлено значительно больше 50 % (35 гол.) [31]. В то же время изменение соотношения генотипов не отразилось на частоте аллелей и генном равновесии (табл. 3).

Для практической селекции и дальнейшей стратегии научного поиска представляет интерес изучение ассоциативных связей генотипов с продуктивными качествами животных. Как следует из ранее проведенных исследований, генотип BB связан с более высоким содержанием белка и жира, а также с лучшими сыродельческими качествами [16–21, 30].

При изучении ассоциативных связей генотипов k-казеина с молочной продуктивностью коров симментальской породы АО «Ивановское» установлено, что существенных различий по удою, содержанию жира и белка в молоке по четырем учетным лактациям не выявлено (табл. 4).

В то же время можно отметить, что с возрастом коров наблюдалось некоторое преимущество в удое у животных с генотипом BB в сравнении с альтернативными генотипами, особенно с вариантом AA. Так, разница по

Таблица 3

Соотношение аллелей генов BCSN3 и BLG у симментальских и голштинизированных коров

Генотип	Породность	n	Аллель		χ^2
			A	B	
k-Казеин (BCSN3)	Симменталы	145	0,626 ± 0,04	0,372 ± 0,04	0,0001
	Голштинизированные симменталы	109	0,697 ± 0,04	0,303 ± 0,04	
β-Лактоглобулин (BLG)	Симменталы	148	0,382 ± 0,04	0,618 ± 0,04	3,36
	Голштинизированные симменталы	109	0,436 ± 0,05	0,564 ± 0,05	

Таблица 4

Молочная продуктивность коров симментальской породы с разными генотипами гена κ -казеина за 305 дней лактации

Генотип	<i>n</i>	Удой, кг	Жир, %	Жир, кг	Белок, %
<i>Первая лактация</i>					
AA	59	5298,9 ± 146,50	3,62 ± 0,02	191,5 ± 5,11	3,13 ± 0,005
AB	64	5463,3 ± 112,29	3,62 ± 0,02	197,8 ± 4,15	3,13 ± 0,004
BB	22	5395,5 ± 198,76	3,66 ± 0,04	197,1 ± 6,91	3,13 ± 0,009
<i>Вторая лактация</i>					
AA	59	5399,8 ± 117,15	3,69 ± 0,02	199,4 ± 4,13	3,15 ± 0,005
AB	64	5224,4 ± 85,52	3,73 ± 0,02	194,5 ± 3,14	3,15 ± 0,005
BB	22	5317,2 ± 234,59	3,74 ± 0,04	198,9 ± 9,15	3,16 ± 0,010
<i>Третья лактация</i>					
AA	59	5413,6 ± 119,76	3,65 ± 0,02	197,3 ± 4,22	3,17 ± 0,005
AB	64	5282,8 ± 120,61	3,65 ± 0,02	193,9 ± 4,51	3,16 ± 0,005
BB	22	5579,6 ± 185,67	3,67 ± 0,03	204,5 ± 7,02	3,17 ± 0,009
<i>Четвертая лактация и старше</i>					
AA	23	5310,7 ± 196,19	3,58 ± 0,03	190,4 ± 7,04	3,16 ± 0,008
AB	34	5481,8 ± 135,08	3,67 ± 0,03	201,0 ± 5,24	3,17 ± 0,006
BB	12	5611,9 ± 334,85	3,67 ± 0,06	206,1 ± 13,68	3,17 ± 0,009

первой лактации между ними составляет лишь 96,6 кг, по третьей – 166, четвертой и старше – 301,2 кг.

При анализе связи генотипов другого гена BLG с молочной продуктивностью однозначных результатов не получено. По удою преимущество по лактациям наблюдалось у коров с гетерозиготным генотипом. Так, удой коров с генотипом AB выше на 401–465,7 кг в сравнении с генотипом BB ($p < 0,05$, $p < 0,01$) (табл. 5). Однако по содержанию белка они уступали животным с генотипами AA и BB на 0,02 % по первой лактации, на 0,03 % – по третьей ($p < 0,05$, $p < 0,01$). Более высокое (на 0,09 %) содержание жира отмечено у коров с генотипом BB по первой лактации, чем у гетерозиготных животных по этому гену. По содержанию молочного жира (вторая лактация) они уступали животным с генотипами AB и AA на 15,7–17,3 кг ($p < 0,05$, $p < 0,01$).

Однако в исследовании [30] на черно-пестро × голштинских коровах показано, что молоко коров с генотипом BB гена β -лактоглобулина содержало меньше белка на 0,05 и 0,03 %, а также молочного жира на 10,9 и 13,3 кг, молочного белка на 13,5 и 11,0 кг, чем молоко коров с генотипами AA и AB соответственно ($p < 0,001$, $p < 0,01$ и $p < 0,05$). Неоднозначность литературных данных и собственных исследований дает основание для продолжения анализа молочной продуктивности коров с разными генотипами гена BLG на больших выборках животных.

Голштинизированные коровы имели лишь одну законченную лактацию (табл. 6).

Таблица 5

Молочная продуктивность коров симментальской породы с разными генотипами гена BLG за 305 дней лактации

Генотип	<i>n</i>	Удой, кг	Жир, %	Жир, кг	Белок, %
<i>Первая лактация</i>					
AA	23	5347,7 ± 194,86	3,63 ± 0,03	193,7 ± 6,46	3,14 ± 0,007
AB	67	5580,1 ± 134,07	3,59 ± 0,02	200,3 ± 4,94	3,12 ± 0,004
BB	55	5165,8 ± 115,24	3,68 ± 0,03	189,5 ± 4,09	3,14 ± 0,006
<i>Вторая лактация</i>					
AA	23	5499,2 ± 136,77	3,72 ± 0,03	204,5 ± 5,75	3,15 ± 0,011
AB	67	5484,1 ± 102,16	3,71 ± 0,02	202,9 ± 3,66	3,15 ± 0,004
BB	55	5018,4 ± 115,58	3,74 ± 0,02	187,2 ± 4,21	3,15 ± 0,006
<i>Третья лактация</i>					
AA	23	5151,7 ± 223,85	3,69 ± 0,03	189,9 ± 8,04	3,19 ± 0,008
AB	67	5605,0 ± 113,44	3,63 ± 0,02	204,9 ± 4,28	3,16 ± 0,005
BB	55	5204,0 ± 111,09	3,65 ± 0,02	190,0 ± 3,92	3,17 ± 0,005
<i>Четвертая лактация и старше</i>					
AA	15	5506,5 ± 182,42	3,58 ± 0,03	197,0 ± 6,72	3,16 ± 0,006
AB	31	5622,7 ± 171,63	3,64 ± 0,03	205,0 ± 7,01	3,17 ± 0,006
BB	23	5172,7 ± 190,80	3,68 ± 0,05	190,2 ± 7,04	3,17 ± 0,009

Таблица 6

Продуктивность голштинизированных коров с разными генотипами (первая лактация)

Генотип	<i>n</i>	Удой, кг	Жир, %	Жир, кг	Белок, %
<i>κ-Казеин (BCSN3)</i>					
AA	52	5439,4 ± 85,93	3,66 ± 0,013	198,9 ± 3,23	3,20 ± 0,004
AB	44	5338,9 ± 82,23	3,64 ± 0,012	194,4 ± 3,04	3,20 ± 0,006
BB	10	5725,7 ± 216,17	3,62 ± 0,033	207,1 ± 7,09	3,19 ± 0,011
<i>β-Лактоглобулин (BLG)</i>					
AA	16	5391,7 ± 126,14	3,64 ± 0,016	196,08 ± 4,61	3,20 ± 0,009
AB	61	5480,6 ± 83,06	3,64 ± 0,010	199,57 ± 3,03	3,20 ± 0,004
BB	29	5325,4 ± 100,86	3,66 ± 0,023	194,87 ± 3,85	3,19 ± 0,007
<i>Комплексный генотип BB ((BCSN3)+AB (BLG))</i>					
	6	5378,7 ± 242,57	3,65 ± 0,030	195,93 ± 8,47	3,19 ± 0,008

При анализе продуктивности коров с разными генотипами показано, что коровы с генотипом BB гена κ-казеина превышают удой животных с генотипом AA на 286,3 кг, AB на 386,8 кг.

Учитывая, что ген κ-казеина больше оказывает влияние на сыропригодные качества молока, чем на его количественные признаки, мы провели исследование в этом направлении, результаты которого подтверждают данное положение (табл. 7).

Таблица 7

Сыропригодность молока коров симментальской породы					
Генотип	n	Время свертывания, мин		Объем отделившей- ся сыворотки, мл	Алкогольная проба
		хлопья	сгусток		
k-Казеин (BCSN3)					
AA	25	5,14 ± 0,39	8,94 ± 0,70	2,73 ± 0,25	74,72 ± 0,93
AB	29	4,69 ± 0,50	8,20 ± 0,68	2,80 ± 0,21	73,56 ± 0,91
BB	16	3,48 ± 0,40	7,06 ± 0,82	3,51 ± 0,26	75,21 ± 1,89
β-Лактоглобулин (BLG)					
AA	11	4,27 ± 0,74	8,68 ± 1,23	3,68 ± 0,47	73,54 ± 1,67
AB	35	4,48 ± 0,40	8,00 ± 0,60	3,02 ± 0,17	74,57 ± 0,80
BB	24	4,86 ± 0,43	8,25 ± 0,70	2,75 ± 0,24	74,59 ± 0,92
Комплексный генотип BB (BCSN3) + AB (BLG)					
	7	3,43 ± 0,84	5,66 ± 0,94	2,70 ± 0,25	74,33 ± 2,20

Молоко коров с генотипом BB гена *k*-казеина обладает лучшими коагуляционными свойствами, хлопья появляются раньше на 1,66 мин, сгусток – на 1,88 мин в сравнении с генотипом AA этого гена ($p < 0,01$). Плотность сгустка самой высокой была в молоке коров с генотипом BB, так как количество отделяемой жидкости больше на 0,78 мл, чем у коров с генотипом AA ($p < 0,05$). В то же время не выявлено ассоциативных связей генотипов гена β -лактоглобулина с показателями сыропригодности молока. По алкогольной пробе молоко не имело существенных различий. В среднем она была на уровне 73,54–75,21. При сравнительной оценке комплексного генотипа BB (BCSN3) + AB (BLG) показана тенденция его превосходства по всем учтенным показателям сыропригодности, особенно над генотипом AA гена *k*-казеина.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование в АО «Ивановское» на коровах симментальской породы свидетельствует об изменении полиморфизма генов молочных белков CSN3 и BLG под влиянием ее голштинизации. Частота генотипа BB гена CSN3, желательного с точки зрения сыропригодности, у первотелок снизилась на 6,0 %, одноименного генотипа BB гена BLG – на 11,7 %. При изучении ассоциативных связей генотипов изучаемых генов с продуктивными признаками показано, что с возрастом у чистопородных симментальских коров с BB генотипом гена *k*-казеина наблюдается тенденция увеличения удоя в сравнении с альтернативными генотипами, особенно с вариантом AA. Так, разница по первой лактации между ними составляла лишь 96,6 кг, по третьей – 166, по четвертой и старше – 301,2 кг. В стаде голштинизированных первотелок связи между генотипами и хозяйственно ценными признаками не выявлено.

На сыропригодные качества молока оказал влияние генотип BB гена *k*-казеина. Молоко имеет лучшую коагуляцию, хлопья и сгусток появля-

ются раньше на 1,66 и 1,88 мин в сравнении с генотипом АА этого гена ($p < 0,01$). Плотность сгустка самой высокой была в молоке коров с генотипом ВВ, при этом количество отделяемой жидкости выше на 0,78 мл, чем у коров с генотипом АА ($p < 0,05$). В то же время не выявлено ассоциативных связей генотипов гена β -лактоглобулина с показателями сыропригодности молока. По алкогольной пробе молоко не имело существенных различий. В среднем она была на уровне 73,54–75,21.

Таким образом, при разведении и совершенствовании симментальской породы крупного рогатого скота целесообразно использовать ДНК-маркеры. Для подтверждения полученных выводов необходима проверка их универсальности на больших выборках животных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кочнев Н.Н., Крыцина Т.И., Айтназаров Р.Б. и др. Влияние полиморфизма – 824 А/Г гена фактора некроза опухоли на молочную продуктивность коров // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2014. – № 4. – С. 68–73.
2. Перчун А.В. Оценка костромской породы крупного рогатого скота по ДНК-маркерам хозяйственно полезных признаков: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Лесные Поляны, 2015. – 23 с.
3. Ахметов Т.М., Тюлькин С.В., Зарипов О.Г. Полиморфизм гена бета-лактоглобулина в стадах крупного рогатого скота // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2010. – № 202. – С. 36–41.
4. Калашникова Л.А., Грашин В.А., Грашин А.А. Исследование полиморфизма генов молочных белков у крупного рогатого скота черно-пестрой породы самарского типа // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2015. – № 4. – С. 18–28.
5. Марзанов Н.С., Тохов М.Х., Дохова З.Л. и др. Характеристика пород крупного рогатого скота, разводимых в предгорной зоне Северного Кавказа, по различным типам генетических маркеров // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2014. – № 2. – С. 79–94.
6. Валитов Ф.Р., Долматова И.Ю., Соловьева Ю.А. Ассоциация комплексных генотипов по генам альфа-лактальбумина и бета-лактоглобулина с молочной продуктивностью и технологическими свойствами молока // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2014. – № 3. – С. 73–80.
7. Hansen H. The advantages of using Brown Swiss Bloodlines // The Cow International. – 1990. – Vol. 9. – 31 p.
8. Калашникова Л.А., Дунин И.М., Глазко В.И. и др. ДНК-технологии оценки сельскохозяйственных животных. – М., 1999. – 148 с.
9. Долматова И.Ю., Валитов Ф.Р. Оценка генетического потенциала крупного рогатого скота по маркерным генам // Вестн. Башкирского ун-та. – 2015. – Т. 20, № 3. – С. 850–853.
10. Костюнина О.В. Молекулярная диагностика генетического полиморфизма основных молочных белков и их связь с технологическими свойствами молока: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Дубровицы, 2005. – 22 с.
11. Гончаренко Г.М., Горячева Т.С., Медведева Н.С. Полиморфизм гена к-казеина и технологические свойства молока у коров симментальской породы в Республике Алтай // С.-х. биология. – 2013. – № 6. – С. 123–126.
12. Mitra A., Schlee P., Krause I. et al. Kappa casein polymorphism in the Indian dairy cattle and buffalo: A new genetic variant in buffalo // Anim. Biotech. – 1998. – Vol. 9 (2). – P. 81–87.
13. Riaz M.N., Malik A., Nasreen F. et al. Molecular marker assisted study of kappa-casein gene in Nili-Ravi (buffalo) breed of Pakistan // Pakistan Veterinary. – 2008. – Vol. 28(3). – P. 103–106.
14. Pipalia D.L., Ladani D.D., Brahmkshtri B.P. et al. Kappa casein genotyping of Indian buffalo breed using PCR-RELP // Buffalo J. – 2001. – Vol. 2. – P. 195–202.
15. Otaviano A., Tonhati H., Desiderio S.J. et al. Kappa casein gene study with molecular marker in female buffalos // Gene and Mol. Biol. – 2005. – N 28(2). – P. 237–241.
16. Калашникова Л.А., Тинаев А.Ш., Денисенко Е.А. и др. Использование ДНК-диагностики для улучшения качества молока черно-пестрой породы: метод. реком. – М., 2008. – 24 с.
17. Баршинова А.В. Полиморфизм гена каппа-казеина и его связь с хозяйственно полезными признаками скота красно-пестрой породы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Лесные Поляны, 2005. – 19 с.

18. **Обиденко Т.** Молочная продуктивность первотелок с различными генотипами каппа-казеина // Молоч. и мяс. скотоводство. – 2008. – № 2. – С. 18–19.
19. **Grosclaude F.** Le polymorphisme genetique des principales lactoproteines bovines // INRA Prod. Anim. – 1988. – Vol. 1. – P. 5–17.
20. **Martin P., Grosclaude F.** Improvement of milk protein quality by gene technology // Live. Prod. Scie. – 1993. – Vol. 35. – P. 95–115.
21. **Ng-Kwai-Hang K.F., Grosclaude F.** Genetic polymorphism of milk proteins // Advanced dairy chemistry. – 1992. – Vol. 1. – P. 405–455.
22. **Ахметов Т.М., Тюлькин С.В., Валиулина Э.Ф.** Молочная продуктивность коров с разными генотипами бета-глобулина // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2010. – Т. 202. – С. 14–20.
23. **Федотова Н.В., Лозовая Г.С.** Полиморфизм бета-лактоглобулина и оценка молочной продуктивности черно-пестрых коров разных генотипов // Вестн. Алтайского гос. ун-та. – 2011. – № 6 (80). – С. 57–60.
24. **Глотова Г.Н.** Молочная продуктивность и качество молока холмогорской породы разных генотипов по каппа-казеину и бета-лактоглобулину: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Рязань, 2007. – 24 с.
25. **Багаль И.Е., Хабибрахманова Я.И., Калашникова Л.А.** Молочная продуктивность коров холмогорской породы с разными генотипами молочных белков // Молоч. и мясн. скотоводство. – 2015. – № 7. – С. 6–9.
26. **Калашникова Л.А., Хабибрахманова Я.А., Павлова И.Ю. и др.** Рекомендации по геномной оценке крупного рогатого скота. – Лесные Поляны, 2015. – 33 с.
27. **Машуров А.М., Сухова Н.О., Царев Р.О. и др.** Алгоритмы иммунобиохимической генетики: учеб.-метод. пособие. – Новосибирск, 1998. – 112 с.
28. **Кузнецов В.М.** Основы научных исследований в животноводстве. – Киров, 2006. – 568 с.
29. **Гончаренко Г.М., Гришина Н.Б., Акулич Е.Г. и др.** Генотипы к-казеина коров симментальской породы: влияние на качество кисломолочных продуктов // Молоч. пром-сть. – 2015. – № 8. – С. 60–61.
30. **Зарипов О.Г.** Генотипирование крупного рогатого скота по генам бета-лактоглобулина и каппа-казеина методами ДНК-технологий: автореф. канд. ... биол. наук. – Казань, 2010. – 24 с.

Поступила в редакцию 12.07.2016

**G.M. GONCHARENKO, Doctor of Science in Biology, Laboratory Head,
N.B. GRISHINA, Candidate of Science in Biology, Researcher,
O.V. PLAKHINA, Junior Researcher,
L.D. GERASIMCHUK, Candidate of Science in Agriculture, Junior Researcher,
V.I. BAMBUKH*, Candidate of Science in Agriculture, Director,
E.A. PANKOV*, Chief Zootechnician,
S.A. PANKOV*, Chief Veterinarian**

Siberian Research Institute of Animal Husbandry, SFSCA RAS

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: sibnptij@ngs.ru

**JSC Ivanovskoe*

Ivanovka, Bagan District, Novosibirsk Region, 632787, Russia

e-mail: bv39242@mail.ru

EFFECT OF THE CROSSING OF SIMMENTAL WITH HOLSTEIN ON CHANGING POLYMORPHISMS IN GENES CSN3 AND BLG AND THEIR RELATIONSHIP TO PRODUCTIVITY AND FITNESS OF MILK FOR CHEESE MAKING

Results are given from studies on polymorphisms in the milk protein genes CSN3 and BLG in a Simmental herd and their changes as influenced by the crossing of Simmental with Holstein. Investigations were carried out on two herds in the JSC Ivanovskoe: first herd was represented by

uneven-aged purebred Simmental cows, second was formed from first-calf cows obtained from the crossing of Simmentals with Red-and-White Holstein bulls. The frequency of the CSN3 BB genotype desirable from the point of view of the fitness of milk for cheese making decreased in the cows of the second group by 6% and the frequency of the BLG BB genotype by 11.7% as compared with the Simmental cows. Studies on associative connections between the genotypes of these genes and production traits have shown that purebred Simmental cows having the BB genotype are with age tended to produce increased milk yields as compared with alternative genotypes, especially with the AA genotype. The difference in milk yield between them made up 96.6 kg for first lactation, 166 kg for third, 301.2 kg for forth and later. No correlation between genotypes and economic characters was found in the second group. The k-casein BB genotype influenced the fitness of milk for cheese making. Milk of the cows with this gene is characterized by better coagulation, which is 1.88 minutes higher as compared with the AA genotype of this gene. The milk clot density was highest in the BB-genotype cows; the quantity of separated liquid in them was 0.78 ml higher than that in the AA-genotype cows. No associative connections between the κ -lactoglobulin genotypes and cheese-making qualities of milk were revealed. Thermostability in milk was high; milk had no significant differences as to the alcohol test.

Keywords: Simmental, crossing with Holstein, genotype, k-casein (CSN3) gene, β -lactoglobulin (BLG) gene, fitness of milk for cheese making.

УДК 636.39/612.1

**Р.Б. ЧЫСЫМА, доктор биологических наук, директор,
Е.Ю. МАКАРОВА, научный сотрудник,
В.С. ДЕЕВА* доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник**

Тувинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

667005, Россия, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Бухтуева, 4

e-mail: tuv_niish@mail.ru

**Сибирский научно-исследовательский институт животноводства СФНЦА РАН*

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: sibniptij@ngc.ru

ХАРАКТЕРИСТИКА ОВЕЦ И КОЗ МЕСТНЫХ ПОРОД РЕСПУБЛИКИ ТЫВА ПО АНТИГЕНАМ ГРУПП КРОВИ

Выявлены кровегрупповые характеристики тувинской грубошерстной короткожирнохвостой породы овец и тувинских грубошерстных коз, разводимых в условиях Республики Тыва. Работа выполнена в 2013–2015 гг. Исследованные животные, созданные методом народной селекции, обладают высокой жизнеспособностью и приспособленностью к существованию в суровых условиях резко континентального климата. Для усовершенствования аборигенных пород, обеспечения их сохранения и дальнейшего рационального использования исследована их генетическая структура, в том числе аллельное состояние генов. Использован метод иммуногенетического анализа, который доступен, имеет широкий полиморфизм и сравнительно легкое определение антигенов крови. Проведенный сравнительный анализ иммуногенетических показателей крови тувинских грубошерстных короткожирнохвостых овец и тувинских грубошерстных коз выявил видовые различия. По отношению к козам у овец отмечена повышенная частота встречаемости антигенов Aa, Bd, Be, Rr ($p < 0,001$), Ca, Da ($p < 0,01$) и Bg ($p < 0,05$). Определена очень низкая частота встречаемости антигена Oo у овец, которая составила $0,20 \pm 0,089$ ($p < 0,001$). У коз не выявлен антиген Ab. Достоверных различий в частоте остальных антигенов между овцами и козами не установлено. Тувинские грубошерстные короткожирнохвостые овцы и тувинские грубошерстные козы, находящиеся