



УДК 636.2.034

Т.И. КРЫЦЫНА, аспирант,
Н.Н. КОЧНЕВ, доктор биологических наук, профессор,
Н.С. ЮДИН*, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Новосибирский государственный аграрный университет

630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160

e-mail: Krytsyna@list.ru

**Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН*

630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 10

e-mail: yudin@bionet.nsc.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА – 793 С/Т В ПРОМОТОРЕ ГЕНА TNF-ш У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА РАЗНОЙ ПОРОДНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Материалом для исследования послужили образцы крови от коров красной степной и симментальской пород, разводимых в Алтайском крае и в Новосибирской области. Исследована однонуклеотидная замена в позиции 793 промотора гена фактора некроза опухоли (TNF-ш) у коров симментальской и красной степной породы. Ген кодирует многофункциональный цитокин, который вместе с функциями иммунного ответа участвует в регуляции обмена веществ, процессе морфогенеза и развития плода, формировании молочной железы. Ранее установлены ассоциации полиморфизма в позиции 824 промотора гена TNFш с уровнем экспрессии белка, молочной продуктивностью, показателями воспроизводства, роста и развития молочного скота. Анализ популяционной структуры по полиморфным аллелям -793 С/Т в промоторе гена TNFш выявил генотипическое различие по данному локусу. Так, частота встречаемости гомозиготных генотипов в красной степной породе Т/Т и С/С составляет соответственно 38 и 11 %, частота гетерозигот – 51 %. Следовательно, частота аллеля Т в этой выборке равна 0,64, аллеля С – 0,36. В популяции симментальского скота наблюдается сдвиг структуры в сторону увеличения гомозигот Т/Т (74 %) и снижения гетерозигот Т/С (25 %). Животные с генотипом С/С у симментальской породы практически не встречаются, что свидетельствует о возможном давлении отбора. Частоты аллелей Т (0,86) и С (0,14) в этом случае достоверно отличаются от частот аллелей красной степной породы ($p < 0,001$). В обеих популяциях фактическое распределение генотипов соответствовало теоретически ожидаемому распределению Харди – Вайнберга, что указывает на генетическое равновесие в стадах. Коровы красной степной породы с генотипом Т/С достоверно превосходили животных с генотипом Т/Т по удою и молочному белку на 295 и 11,1 кг соответственно ($p < 0,05$) за третью лактацию. У животных симментальской породы с генотипом Т/С общий белок в крови был на 4,4 г/л ниже, чем у коров с генотипами Т/Т ($p < 0,01$). По показателям воспроизводства, роста и развития достоверных различий между группами животных разных генотипов не установлено.

Ключевые слова: симментальская порода, красная степная порода, полиморфизм гена, фактор некроза опухоли альфа, биохимия крови, хозяйственно полезные признаки.

Молекулярно-генетические методы широко используют в фундаментальных и прикладных исследованиях во всем мире. Разработка и использование генетических маркеров в селекционных программах создания и совершенствования сельскохозяйственных животных в настоящее время –

перспективное направление работы. Технология маркер-вспомогательного отбора (MAS-селекция) позволяет на ранней стадии онтогенеза прогнозировать продуктивные качества животного, что существенно экономит временные и финансовые затраты. Кроме того, при традиционных методах анализ фенотипа не дает возможность отличить гетерозиготу от гомозиготы, тогда как MAS-селекция позволяет получать точно определенные генотипы и дальнейшая селекционная работа потребует лишь соответствующего подбора животных.

Как известно, большинство признаков продуктивности имеют полигенный характер наследования. Генетический полиморфизм отдельных локусов, ассоциированных с количественными характеристиками, достаточно хорошо изучен, например, по генам каппа-казеина, лактоглобулина, соматотропина, пролактина [1–3]. В то же время результаты исследования других генов, возможно, сцепленных или входящих в комплекс локусов количественных признаков (QTL), также можно было бы использовать в селекции вместе с другими маркерами. Для этого необходимо идентифицировать эти гены, установить их полиморфизм и изучить эффективность использования на основе сравнительного анализа фенотипических проявлений при разных генотипах.

К числу перспективных генов – кандидатов для маркирования хозяйственно полезных признаков молочного скота – относится ген фактора некроза опухоли альфа (TNF- α). Известно, что ген кодирует белок, который представляет собой многофункциональный цитокин, обладающий иммуномодулирующим и противовоспалительным действием. Он стимулирует альтерацию и адгезию лейкоцитов к эндотелиальным клеткам сосудов [4]. Наряду с регуляцией иммунного ответа TNF- α участвует в активации системы гемостаза, регуляции аппетита, липидного метаболизма, а также стимулирует образование других активных веществ (простагландинов, тромбксана), участвует в процессах морфогенеза и развитии плода, а также играет важную роль в формировании молочной железы [5, 6].

Промотор гена TNF- α имеет несколько однонуклеотидных замен в своей последовательности. Нами изучена однонуклеотидная замена A/G в позиции -824 промотора гена TNF- α и показана связь его полиморфных вариантов с молочной продуктивностью, показателями роста и развития, воспроизводительными качествами у коров красной степной породы [7–10].

Ранее показано влияние этого полиморфизма на молочную продуктивность у черно-пестрой породы [11], на репродуктивные качества и уровень экспрессии белка у голштинского скота [12, 13], связь с заболеваемостью лейкозом у коров японской черной и голштино-фризской пород [14].

Цель работы – изучить генетическую структуру популяций крупного рогатого скота красной степной и симментальской пород, разводимых в Западной Сибири, по полиморфизму промотора в позиции 793 гена TNF- α и его связи с молочной продуктивностью, воспроизводством, ростом и развитием, а также некоторыми биохимическими показателями крови.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для исследования послужили образцы крови от коров красной степной ($n = 143$) и симментальской ($n = 144$) пород, разводимых

в СХА племенного завода «Степной» Алтайского края и ООО «Сибирская Нива» Новосибирской области соответственно.

Генотипирование животных по TNF-ш проводили в лаборатории молекулярной генетики человека Института цитологии и генетики СО РАН. Геномную ДНК выделяли с помощью стандартного метода протеолитической обработки с последующей экстракцией фенол-хлороформом. Полиморфизм -793 С/Т в промоторе гена TNF-ш изучали методом ПЦР – ПДРФ с использованием прямого праймера 5~CCGAGAAATGGGAC AACCT-3~и обратного праймера 5~GCCATGTATCCCCAAAGAAT-3~

Продукт амплификации подвергали рестрикции ферментом Sse9 I («СибЭнзим», Россия) при условиях, рекомендуемых производителем. Ампликон 145 п.н. или оставался неразрезанным (аллель С), или разрезался на фрагменты 108 и 37 п.н. (аллель Т). Электрофоретический анализ фрагмента проводили в 4 % ПААГ с добавлением бромистого этидия.

Биохимический анализ 106 образцов плазмы крови животных симментальской породы проведен в Испытательном центре межфакультетской научной лаборатории Новосибирского государственного аграрного университета на биохимическом анализаторе Stat Fax 3300.

Статистическую обработку данных проводили с помощью компьютерных программ Statistica 8 и Microsoft Excel. Данные обрабатывали методом однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Апостериорный анализ (Post-hoc analysis) проводили с использованием критерия Fisher LSD.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ популяционной структуры по данным генотипирования образцов ДНК двух пород по однонуклеотидной замене в промоторе гена TNF-ш позволяет оценивать уровень генетического разнообразия по данному локусу. Так, частота встречаемости гомозиготных генотипов в красной степной породе Т/Т и С/С составляет соответственно 38 и 11 %, частота гетерозигот – 51 %. Следовательно, частота аллеля Т в исследуемой выборке равна 0,64, аллеля С – 0,36 (табл. 1).

В популяции симментальского скота наблюдается сдвиг структуры в сторону увеличения гомозигот Т/Т (74 %) и снижения гетерозигот Т/С (25 %). Животные с генотипом С/С у симментальской породы практически не встречаются, что свидетельствует о возможном давлении отбора. Частота аллелей Т (0,86) и С (0,14) в этом случае достоверно отличается от красной степной породы ($p < 0,001$).

В обеих популяциях фактическое распределение генотипов соответствовало теоретически ожидаемому распределению Харди – Вайнберга, что указывает на генетическое равновесие в стадах.

Таблица 1
Генетическая структура популяций по полиморфизму -793 С/Т гена TNF-ш

Порода	Частота генотипа, %			Частота аллеля	
	Т/Т	Т/С	С/С	Т	С
Красная степная (n = 143)	38 ± 4,1	51 ± 4,2	11 ± 2,6	0,64 ± 0,04	0,36 ± 0,04
Симментальская (n = 144)	74 ± 3,7	25 ± 3,6	1 ± 0,8	0,86 ± 0,03	0,14 ± 0,03

Проводя сравнительный анализ структуры популяций, следует отметить, что наблюдаемая фиксация определенных аллелей происходит вследствие естественного мутагенеза и последующего породообразования в условиях разной интенсивности отбора, что приводит к генетической дифференциации пород даже по генам, напрямую не связанным с селекционируемым признаком. Вероятно, этим можно объяснить большую консолидированность симменталов (75 % гомозигот) по сравнению с красной степной породой (49 %). В то же время дефицит гетерозигот в первой породе может свидетельствовать о специализации линий, достигающейся умеренным инбридингом для закрепления признаков продуктивности использованием спермы ограниченного числа производителей на станции искусственного осеменения. На интенсивность селекции может указывать уровень молочной продуктивности в стаде симментальского скота – почти в 2 раза выше, чем у животных красной степной породы.

Результаты анализа молочной продуктивности коров различных пород в зависимости от генотипа по гену TNF-ш представлены в табл. 2.

Достоверные различия между группами коров разных генотипов выявлены лишь в красной степной породе. Так, животные с генотипом Т/С по третьей лактации превосходили гомозигот (Т/Т) по удою и количеству молочного белка на 295 и 11,1 кг соответственно ($p < 0,05$). Тенденция превосходства гетерозигот наблюдалась по большинству показателей как среди красной степной, так и симментальской пород. Возможно, это обусловлено позитивным влиянием генного полиморфизма на фенотипическое проявление признаков посредством разной экспрессии гена и регулирования кодирующих белков.

Поскольку в реализации воспроизводительных функций большую роль играет иммунная система, в формировании которой участвует ген TNF-ш, исследовано влияние его полиморфных вариантов на некоторые репродуктивные качества животных (табл. 3).

Результаты анализа свидетельствуют об отсутствии достоверных различий по показателям воспроизводства между группами животных разных генотипов. В то же время наблюдается тенденция снижения возраста при первом осеменении и сервис-периода в обеих популяциях животных с генотипом Т/Т, что может указывать на их превосходство.

Учитывая вовлеченность гена TNF-ш в регуляцию аппетита, липидного метаболизма и участие его в процессах морфогенеза и развития плода, мы исследовали показатели роста и развития молодняка разных генотипов и породной принадлежности. Результаты указывают на отсутствие достоверных различий по живой массе молодняка в разные возрастные периоды (табл. 4). Какой-либо тенденции в изменениях темпов роста животных разных генотипов в породах также не отмечено. Вероятно, существенное влияние такого паратипического фактора, как кормление, особенно в ранний постнатальный период, способно нивелировать генетические различия между животными.

Учитывая сложную детерминацию формирования количественных признаков, включающую множество физиологических и биохимических процессов в организме, мы исследовали некоторые показатели крови, поскольку они ближе к первичным генным эффектам, чем признаки продук-

Таблица 2

Молочная продуктивность коров разных генотипов по TNF-ш в зависимости от породной принадлежности

Показатель	Красная степная порода			Симментальская порода	
	Т/Т	Т/С	С/С	Т/Т	Т/С
<i>Первая лактация</i>					
Удой, кг	3542 ± 78	3632 ± 67	3702 ± 148	6762 ± 193	6996 ± 375
Жир, %	4,42 ± 0,03	4,38 ± 0,03	4,36 ± 0,06	3,98 ± 0,02	3,99 ± 0,04
Белок, %	2,97 ± 0,02	2,98 ± 0,1	2,98 ± 0,02	3,02 ± 0,01	3,05 ± 0,02
Жир, кг	156,5 ± 3,4	159,3 ± 3,0	160,8 ± 6,6	269,9 ± 7,6	279,4 ± 14,7
Белок, кг	104,4 ± 4,3	106,1 ± 3,1	108,1 ± 6,0	221,4 ± 6,74	233,1 ± 12,5
<i>Третья лактация</i>					
Удой, кг	3758 ± 111*	4053 ± 103	3892 ± 295	7260 ± 341	7923 ± 567
Жир, %	4,45 ± 0,03	4,40 ± 0,03	4,42 ± 0,09	3,96 ± 0,02	3,96 ± 0,03
Белок, %	2,99 ± 0,02	3,00 ± 0,01	2,97 ± 0,05	3,023 ± 0,02	3,02 ± 0,03
Жир, кг	167,5 ± 5,5	175,2 ± 5,1	171,6 ± 17,7	287,1 ± 13,8	315,4 ± 22,9
Белок, кг	111,2 ± 3,8*	122,3 ± 3,4	111,9 ± 3,8	219,8 ± 10,7	239,6 ± 17,8
<i>Средняя лактация</i>					
Удой, кг	4485 ± 123	4539 ± 109	4321 ± 244	8805 ± 212	9413 ± 442
Жир, %	4,4 ± 0,03	4,3 ± 0,03	4,36 ± 0,06	3,98 ± 0,01	4,01 ± 0,03
Белок, %	3,04 ± 0,02	3,04 ± 0,02	3,04 ± 0,03	3,05 ± 0,01	3,04 ± 0,02
Жир, кг	196,9 ± 5,1	195,8 ± 4,5	188,2 ± 10,0	350,6 ± 8,6	377,3 ± 17,7
Белок, кг	138,5 ± 4,6	139,2 ± 4,1	129,6 ± 9,1	270,2 ± 6,8	286,5 ± 13,9
<i>Наивысшая лактация</i>					
Удой, кг	3782 ± 79	3819 ± 70	3915 ± 156	7375 ± 185	7665 ± 373
Жир, %	4,36 ± 0,01	4,33 ± 0,1	4,33 ± 0,03	3,97 ± 0,01	3,96 ± 0,02
Белок, %	3,00 ± 0,01	3,00 ± 0,01	3,01 ± 0,01	3,01 ± 0,01	3,01 ± 0,01
Жир, кг	165,0 ± 3,4	165,5 ± 3,0	169,7 ± 6,7	292,7 ± 7,3	303,2 ± 14,7
Белок, кг	113,8 ± 2,4	115,0 ± 2,1	117,8 ± 4,8	224,8 ± 5,8	236,7 ± 11,6

* $p < 0,05$ при сравнении с Т/С.

тивности. В табл. 5 представлены биохимические показатели крови коров симментальской породы в зависимости от генотипа по гену TNF-ш. Достоверные различия установлены лишь по показателю общего белка. Гетерозиготные животные имели более низкие значения этого метаболита в сравнении с группой коров с генотипом Т/Т. Разница составляет 4,4 г/л ($p < 0,01$). Возможно, эти различия связаны с особым эффектом межallelного взаимодействия у гетерозигот, сопровождающегося изменением белкового обмена.

Как уже отмечалось, полиморфизм гена TNF-ш может влиять на регуляторные элементы ДНК и сопровождаться разной экспрессией гена, что, в свою очередь, приводит к количественным и качественным характеристикам признака. Механизм множественных вариантов взаимодействия

Таблица 3

Воспроизводительные качества коров разных генотипов по TNF-ш в зависимости от породной принадлежности

Показатель	Красная степная порода			Симментальская порода	
	Т/Т	Т/С	С/С	Т/Т	Т/С
Возраст при первом осеменении, мес	24,5 ± 0,6	25,9 ± 0,5	26,3 ± 1,2	16,4 ± 0,3	16,4 ± 0,5
<i>Первая лактация</i>					
Сервис-период, дни	145,7 ± 9,0	156,8 ± 8,0	160,7 ± 18,0	111,3 ± 7,0	125,1 ± 12,3
<i>Вторая лактация</i>					
Сервис-период, дни	111,9 ± 9,6	118,8 ± 8,4	125,3 ± 21,2	109,3 ± 10,3	121,8 ± 20,9
Сухостойный период, дни	73,4 ± 2,6	72,7 ± 2,3	73,2 ± 5,6	70,9 ± 4,1	73,2 ± 7,8
Межотельный период, дни	425,6 ± 8,9	438,9 ± 7,8	426,7 ± 18,8	391,8 ± 8,1	388,3 ± 15,5
<i>Третья лактация</i>					
Сервис-период, дни	99,9 ± 8,4	111,4 ± 7,8	91,1 ± 22,4	91,7 ± 7,1	102,4 ± 14,2
Сухостойный период, дни	69,3 ± 2,2	64,1 ± 2,0	71,0 ± 5,9	82,4 ± 6,4	73,0 ± 13,3
Межотельный период, дни	384,2 ± 7,5	385,8 ± 6,9	411,7 ± 19,9	386,8 ± 10,4	394,8 ± 21,5

Таблица 4

Показатели роста молодняка разных генотипов по TNF-ш в зависимости от породной принадлежности

Масса молодняка, кг	Красная степная порода			Симментальская порода	
	Т/Т	Т/С	С/С	Т/Т	Т/С
При рождении	35,5 ± 0,3	34,7 ± 0,4	35,5 ± 0,8	32,2 ± 0,8	29,6 ± 1,3
В 6 мес	161,8 ± 1,7	158,2 ± 1,3	152,8 ± 2,0	155,7 ± 4,3	162,0 ± 4,3
В 12 мес	245,5 ± 4,3	238,5 ± 2,7	247,5 ± 9,7	295,3 ± 4,2	309,8 ± 6,9
В 18 мес	326,8 ± 5,1	332,1 ± 5,6	328,3 ± 11,8	430,8 ± 5,2	438,0 ± 8,6

Таблица 5

Биохимические показатели крови коров симментальской породы в зависимости от генотипа по TNF-ш

Показатель	Генотип по TNF-α	
	Т/Т	Т/С
Триглицериды, ммоль/л	0,16 ± 0,01	0,18 ± 0,02
Холестерин, ммоль/л	4,32 ± 0,17	4,03 ± 0,31
Общий белок, г/л	82,4 ± 0,9	78,0 ± 1,0*
Альбумины, г/л	27,5 ± 0,4	26,7 ± 0,6
Глюкоза, ммоль/л	2,98 ± 0,06	3,03 ± 0,11
Мочевая кислота, мкмоль/л	69,9 ± 2,9	68,5 ± 3,5
Мочевина, ммоль/л	7,49 ± 0,17	7,0 ± 0,29
Аланинаминотрансфераза (АЛТ), ед./л	28,6 ± 1,0	29,1 ± 1,8
Аспаргатаминотрансфераза (АСТ), ед./л	85,5 ± 2,04	88,0 ± 2,89
Хлориды, ммоль/л	101,0 ± 0,7	100,6 ± 1,0
Фосфор, ммоль/л	2,27 ± 0,04	2,16 ± 0,06

* $p < 0,01$ при сравнении с Т/Т.

генотипа и фенотипа, в том числе по изучаемому гену, сложен и до конца не изучен. Для того чтобы сделать окончательный вывод об отсутствии или наличии связей между различными полиморфными вариантами гена TNF-ш и количественными признаками, необходимо продолжить исследования в популяциях других пород.

ВЫВОДЫ

1. Установлены генотипические различия по полиморфным аллелям гена фактора некроза опухоли альфа (TNF-ш) в популяциях крупного рогатого скота. У красной степной породы частота гомозиготных генотипов Т/Т и С/С составила соответственно 38 и 11 %, следовательно, частота аллеля Т равна 0,64, аллеля С – 0,36. В популяции симментальского скота наблюдался сдвиг генетической структуры в сторону увеличения гомозигот Т/Т (74 %) и снижения гетерозигот Т/С (25 %). В обеих популяциях фактическое распределение генотипов соответствовало теоретически ожидаемому распределению Харди – Вайнберга, что указывает на генетическое равновесие в стадах. Частота аллелей Т и С достоверно различается между исследуемыми породами ($p < 0,001$).

2. Выявлены различия по молочной продуктивности между животными разных генотипов по гену TNF-ш. Коровы красной степной породы с генотипом Т/С превосходили животных с генотипом Т/Т по удою на 295 кг ($p < 0,05$) и молочному белку на 11,1 кг ($p < 0,05$) по третьей лактации.

3. По показателям воспроизводства, роста и развития у животных красной степной и симментальской пород статистически достоверных различий не обнаружено. Однако следует отметить тенденцию снижения возраста при первом осеменении и продолжительность сервис-периода в обеих породах у животных с генотипом Т/Т.

4. Биохимические показатели крови животных разных генотипов по гену TNF-ш отличались по содержанию общего белка. Гомозиготы Т/Т превосходили по этому параметру гетерозигот Т/С на 4,4 г/л ($p < 0,01$). По другим метаболитам крови в исследуемой выборке достоверных различий между группами животных не установлено.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горячева Т.С. Полиморфизм к-казеина и его влияние на молочную продуктивность коров симментальской породы в Республике Алтай // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2011. – № 11–12. – С. 60–64.
2. Сельцов В.И., Костюнина О.В., Загороднев Ю.П., Гладырь Е.А., Сермягин А.А. Оценка молочной продуктивности коров разных пород в связи с полиморфизмом по гену альфа-лактальбумина // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 3. – С. 57–60.
3. Урядников М.В. Молочная продуктивность черно-пестрых коров с разным генотипом по гену соматотропина // Зоотехния. – 2010. – № 8. – С. 2–3.
4. Кевра М.К. Фактор некроза опухолей: изучение роли в организме // Мед. новости. – 1995. – № 8. – С. 3–22.
5. Aggarwal B.B., Gupta S.C., Kim J.H. Historical perspectives on tumor necrosis factor and its superfamily: 25 years later, a golden journey // Blood. – 2012. – Vol. 119, N 3. – P. 651–665.
6. Warren M.A., Shoemaker S.F., Shealy D.J. et al. Tumor necrosis factor deficiency inhibits mammary tumorigenesis and a tumor necrosis factor neutralizing antibody decreases mammary tumor growth in neu/erbB2 transgenic mice // Mol. Cancer Ther. – 2009. – Vol. 8. – P. 2655–2663.

7. Кочнев Н.Н., Крышина Т.И., Айтназаров Р.Б. и др. Влияние полиморфизма -824 A/G гена фактора некроза опухоли на молочную продуктивность коров красной степной породы // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2014. – № 4. – С. 68–73.
8. Крышина Т.И., Кочнев Н.Н., Айтназаров Р.Б., Гончаренко Г.М., Юдин Н.С. Ассоциация полиморфизма -824 A/G гена фактора некроза опухоли с показателями роста телят // Вестн. НГАУ. – 2014. – № 3. – С. 71–75.
9. Крышина Т.И., Кочнев Н.Н., Айтназаров Р.Б., Юдин Н.С., Печурин С.Н. Полиморфизм -824 A/G гена фактора некроза опухоли альфа и показатели воспроизводства коров // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29, № 1. – С. 39–41.
10. Kochnev N.N., Krytsyna T.I., Smirnova A.M., Yudin N.S. Influence of Polymorphisms -824 A/G Gene of Tumor Necrosis Factor Alpha on the Basic Economic Useful Traits of Cattle // Biosci., Biotech. Res. Asia. – 2015. – Vol. 12 (1). – P. 243–248.
11. Yudin N.S., Aitnazarov R.B., Voevoda M.I. et al. Association of polymorphism harbored by tumor factor alpha gene and sex of calf with lactation performance in cattle // Asian Australas. J. Anim. Sci. – 2013. – Vol. 26, N 10. – P. 1379–1387.
12. Shirasuna K., Kawashima C., Murayama C. et al. Relationships between the first ovulation postpartum and polymorphism in genes relating to function of immunity, metabolism and reproduction in high-producing dairy cows // J. Reprod. Dev. – 2011. – N 57. – P. 135–142.
13. Kawasaki Y., Aoki Y., Magata F. et al. The Effect of Single Nucleotide Polymorphisms in the Tumor Necrosis Factor α Gene on Reproductive Performance and Immune Function in Dairy Cattle // J. of Reproduction and Development. – 2014. – Vol. 60, N 3. – P. 173–178.
14. Konnai S., Usui T., Ikeda M. et al. Tumor necrosis factor-alpha genetic polymorphism may contribute to progression of bovine leukemia virus-infection // Microbes Infect. – 2006. – N 8. – P. 2163–2171.

Поступила в редакцию 11.01.2016

**T.I. KRYTSYNA, Postgraduate,
N.N. KOCHNEV, Doctor of Science in Biology, Professor,
N.S. YUDIN*, Candidate of Science in Biology, Senior Researcher**

Novosibirsk State Agrarian University

160, Dobrolyubova St, Novosibirsk, 630039 Russia

e-mail: Krytsyna@list.ru

**Institute of Cytology and Genetics, SB RAS*

10, Akademika Lavrentyeva Av, Novosibirsk, 630090 Russia

e-mail: yudin@bionet.nsc.ru

RESEARCH OF POLYMORPHISM–793 C/T IN THE PROMOTER OF THE TNF- α GENE IN CATTLE BELONGING TO DIFFERENT BREEDS

Single nucleotide substitution at the position 793 in the promoter of the gene encoding tumor necrosis factor (TNF- α) in Simmental and Red Steppe cattle was studied. Blood samples of Red Steppe and Simmental cows raised in Altai Territory and Novosibirsk Region were used as the material of research. The gene codes a multifunctional cytokine, which is involved, along with the functions of immune response, in the morphogenesis and development of the fetus, plays an important role in the formation of the mammary gland, stimulates the formation of prostaglandins, and regulates appetite and lipid metabolism. It was previously established that TNF- α -824A/G gene polymorphism in cattle was associated with the protein expression level, milk producing ability, reproductive performance, characteristics of growth and development of dairy cattle. Analysis of the population structure of the -793 C/T polymorphic alleles in the promoter of the TNF- α gene showed genotypic differences in this locus. In Red Steppe breed the frequency of homozygous genotypes T/T and C/C were 38 and 11%, respectively, and the frequency of heterozygotes 51%. Therefore, the frequency of the T allele in the sample was 0.64, and the C allele 0.36. In Simmental population was observed a shift of the structure towards the increase of homozygotes T/T (74%) and the reduction of

heterozygotes T/C (25%). Animals with C/C genotype have almost never occurred in Simmental that indicates a possible selection pressure. In this case, the frequencies of allele T (0.86) and C (0.14) are significantly different from the allele frequencies of Red Steppe breed ($p < 0.001$). In both populations, the actual distribution of genotypes corresponded to the theoretically expected distribution of Hardy-Weinberg equilibrium. This indicates a genetic balance in herds. In Red Steppe cows, milk yield and milk protein yield for third lactation were significantly ($p < 0.05$) higher in T/C heterozygotes compared to T/T homozygotes by 295 and 11.1 kg, respectively. No significant associations were found for reproduction, growth and development indices.

Keywords: Simmental, Red Steppe, polymorphism of the tumor necrosis factor- α gene, blood biochemistry, economic characters.

УДК 636.082.26

**Т.В. МУРЗИНА, доктор сельскохозяйственных наук, декан,
А.С. ВЕРШИНИН, доктор сельскохозяйственных наук, директор,
Т.Б. ДЕМИДОНОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**

*Забайкальский аграрный институт – филиал
Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского*

672023, Забайкальский край, г. Чита-23, ул. Юбилейная, 4

e-mail: zabai@mail.ru

РОЛЬ АВСТРАЛИЙСКИХ МЕРИНОСОВ В ВЫВЕДЕНИИ АРГУНСКОГО ТИПА ЗАБАЙКАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ ОВЕЦ

Представлены результаты исследований, проведенных в условиях резко континентального климата степной зоны Забайкальского края, по использованию баранов-производителей породы австралийский меринос типа стронг на овцематках забайкальской породы с целью получения помесных животных и выявления наиболее удачного варианта скрещивания. Работа проведена с целью последующего использования помесей для выведения аргунского мясошерстного типа забайкальской породы. Для осеменения овцематок использовали по два чистопородных барана забайкальской породы и глубоководное семя австралийских баранов. В последующем для получения австрализованных ФП-кровных животных и для разведения «в себе» использовали полукровных австрализованных баранов. В итоге получено потомство ФУАМс, ФПАМс, ФУ и ФПАМс «в себе», которое оценивали в сравнении с чистопородными забайкальскими овцами по оплодотворяющей способности баранов-производителей, плодовитости овцематок и жизнеспособности ягнят. Выявлено изменение живой массы до 15-месячного возраста в динамике. Исследован экстерьер животных, рассчитаны индексы телосложения для выявления различия в росте и развитии, отмечено проявление песижности на помесных австрализованных овцах во взаимосвязи с жизнеспособностью ягнят и выживаемостью. Представлены данные по шерстной продуктивности и показателям качества шерсти. Деловой выход ягнят по чистопородным забайкальским составил 106 гол., по помесным австрализованным – 94 гол. Помесный молодняк ФУАМс, ФПАМс, ФУ и ФПАМс «в себе» характеризуется хорошими формами телосложения, развитым костяком, широкой и глубокой грудью. Яркие ФПАМс оказались наиболее продуктивными. Их живая масса в 15-месячном возрасте равнялась 37,92 кг, настриг шерсти – 2,81 кг, что больше по сравнению с чистопородными соответственно на 1,11 кг, или 3,0 %, и на 0,36 кг, или 14,7 %.

Ключевые слова: овцы, живая масса, продуктивность, качество шерсти, забайкальская порода, австралийский меринос, помесь, воспроизводительная способность.