

REFERENCES

1. Aboneev V.V., Gumanenko S.N., Larionov V.P. Meat productivity and quality of mutton of different genotypes // Sheep, goats, wool business. – 2012. – № 3.
2. Basonov O.A. Increasing wool productivity by reciprocal crossing of sheep of Gorky and Latvian dark-headed breeds. – Byul. Nizhny Novgorod Central Research Institute. – 1992. – No. 566.
3. Basonov O.A. Productive and some biological features of offspring from reciprocal crossing of sheep of Gorky and Latvian dark-headed breeds: Abstract of the dissertation of the Candidate of Agricultural Sciences. – Moscow, 1993. – 23 p.
4. Basonov O.A. Production and hereditary features of sheep of Gorky and Latvian dark-headed breeds during reciprocal crossing. – Stavropol, VNIK. – 1989. – Pp. 8-9.
5. Basonov O.A., Kozlova A.N. The revival of the Gorky sheep breed: in the collection of the Youth Agroforum. – 2021. Mat. International scientific and practical. internet conference of young scientists. under the general editorship of N.Y. Barm-in. – Nizhny Novgorod, 2021. – Pp. 252-255.
6. Basonov O.A., Kozlova A.N., Molkova N.A. Productive and exterior – constitutional features of the Gorky sheep breed // Bulletin of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. – 2021. – № 3 (31). – Pp. 9-12.
7. Kapatsinskaya A.A. Sheep breeding of the Gorky region. – Gorky, 1960. – 175 p.
8. Litovchenko G.R., Tsyrendondokov N.D., Levitina P.I., Kotsarenko N.V. Meat productivity of Volgograd fine-fleeced sheep of different sex and age groups // Tr. Moscow. Vet. Akad. – 1972. – Vol. 59. – Pp. 102-108.
9. Smolin S.G. Physiology of the blood system: method. instructions. Krasnoyarsk. state agrarian. un-T. – Krasnoyarsk, 2014. – 50 p.

Трухачев Владимир Иванович, ректор, доктор с.-х. наук, профессор, академик РАН. ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХ им. К.А. Тимирязева»;
Илиади Юрий Харлампиевич, председатель совета директоров ООО «Дружба» Лысковского района Нижегородской области; e-mail: mdsldgr@yahoo.gr;
Басонов Орест Антипович, проректор по научной и инновационной работе, зав. кафедрой «Частная зоотехния и разведение сельскохозяйственных животных»; доктор с.-х. наук, профессор. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет», г. Нижний Новгород; тел.: (987) 757-62-11; e-mail: bassonov.64@mail.ru

УДК: 636.082.12:636.32/38.082.13
DOI: 10.26897/2074-0840-2023-3-6-12

ВЗАИМОСВЯЗЬ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ И ПРОДУКТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ В ПОПУЛЯЦИИ ОВЕЦ ПОРОДЫ МАНЫЧСКИЙ МЕРИНОС С АЛЛЕЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ ГЕНОВ GH, GDF9

С.С. БОБРЫШОВ, Е.Д. КАРПОВА, А.А. ОМАРОВ
ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

THE RELATIONSHIP OF REPRODUCTIVE AND PRODUCTIVE TRAITS IN THE POPULATION OF SHEEP OF THE MANYCH MERINO BREED WITH THE ALLELIC STATE OF THE GH, GDF9 GENES

S.S. BOBRYSHOV, E.D. KARPOVA, A.A. OMAROV
FGBNU "North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center"

Аннотация. Проблема сохранения, совершенствования, рационального использования генофонда отечественных пород сельскохозяйственных животных, в том числе и овец, всегда актуальна. На сегодняшний день приоритетным в решении задач интенсификации отрасли овцеводства и козоводства является внедрение современных методов генной диагностики – определение и выявление генов-маркеров хозяйственно-полезных признаков. В данной статье представлены результаты исследований взаимосвязи признаков продуктивности и воспроизводительных качеств в популяции овец породы манычский меринос с аллельным состоянием генов гормона роста (GH), дифференциального фактора роста (GDF9).

Ключевые слова: генетические маркеры, GH, GDF9, полиморфизм, овцы, продуктивность, воспроизводство.

Summary. The problem of preserving, improving, and rational use of the gene pool of domestic breeds of farm animals,

including sheep, is always relevant. To date, the priority in solving the problems of intensification of the sheep and goat breeding industry is the introduction of modern methods of genetic diagnostics – the identification and identification of marker genes of economically valuable traits. This article presents the results of studies of the relationship of productivity traits in the population of sheep breeds manych merino with the alel state of the genes of growth hormone (GH), differential growth factor (GDF9).

Keywords: genetic markers, GH, GDF9, polymorphism, sheep, productivity, reproduction.

Введение. Изменившаяся экономическая ситуация на рынке продуктов овцеводства внутри страны, начавшееся вовлечение России в мировой рынок сельскохозяйственной продукции, а также общие для всех отраслей животноводства кризисные явления

неизбежно ставят вопрос о путях повышения эффективности отрасли [1]. На современном этапе состояния аграрного сектора экономики нашей страны эффективность развития и конкурентоспособность отрасли овцеводства обусловлены рядом факторов. Ведущая роль среди них принадлежит селекционному совершенствованию пород, рациональному использованию генетических ресурсов отечественного и импортного генофонда, применение научно-обоснованных малозатратных технологий, сочетающих биологические особенности, адаптационные возможности овец, природно-климатические и кормовые ресурсы в зоне их разведения [5].

В настоящее время в селекции и разведении сельскохозяйственных животных идёт ориентирование на повышение продуктивности, улучшение качества продукции и, как следствие, экономической эффективности в целом.

Успешная селекционная работа невозможна без качественной оценки животных, используемых в селекционном процессе. Только отбор животных с наиболее высокими показателями значимых хозяйственно полезных признаков может привести к требуемому результату селекции [8, 9, 16].

Одним из главных признаков, отражающих здоровье, метаболическую реактивность организма и, соответственно, продуктивные показатели, является его живая масса. Несмотря на то, что масса тела является лабильным показателем, этот генетически закрепленный признак, индивидуален для каждого генотипа. Общее телосложение и экстерьерные особенности могут лишь указывать на характер, направления продуктивности, но не решать вопрос о точном количественном выражении этой продуктивности. Однако экстерьер даёт представление о конституциональной крепости, здоровье, биологической стойкости и приспособленности животного к той среде, в которой оно существует, воспроизводит потомство и даёт определённую продуктивность [10].

Повышение шерстной продуктивности овец, совершенствование товарных и технологических свойств шерстяного сырья для овцеводства являются, весьма, актуальными. Только при знании факторов, которые оказывают влияние на формирование кожного и шерстного покровов животного, знание биологических закономерностей закладки и развития шерстяных волокон в коже овец даёт научную основу для разработки правильной системы мероприятий по повышению шерстной продуктивности овец [14].

Благодаря методам молекулярно-генетической экспертизы выяснили полигенную природу происхождения многих продуктивных признаков, что позволяет накапливать данные о геноме и ассоциациях генов и продуктивности [2, 3, 4]. Одним из преимуществ ДНК-диагностики является возможность оценки животных уже при рождении, в короткий срок включается большой объем информации о полиморфизме генов, контролирующих признаки продуктивности [6, 7, 11, 13]. Поэтому особо ценными являются исследования, направленные на получение сведений о наличии молекулярно-генетических маркеров продуктивных особенностей у овец [15, 17, 18]. При этом

наиболее привлекательными являются гены, кодирующие факторы роста, их рецепторы, транспортные и регуляторные белки, оказывающие значительное воздействие на улучшение количественно-качественных показателей продуктивности. К ним относится целый ряд важных генов, в том числе ген гормона роста – соматотропин *GH*, дифференциального фактора роста *GDF9*.

Ген гормона роста *GH* (соматотропин, соматотропный гормон, GH), расположенный на 5-й хромосоме, включает пять экзонов и четыре интрона. Суперэкспрессия гена GH распространяется на весь организм, в том числе на клеточном уровне. Основной эффект анаболический и метаболический. В результате активации биосинтеза цепи ДНК-РНК-белок и регуляции скорости протекания процесса, наблюдается мобилизация расщепления липидов, распаду высших жирных кислот и глюкозы в тканях организма. Это приводит к тому, что у животных происходит увеличение интенсивности развития, в том числе за счет роста скелета. Гормон роста – белок с молекулярной массой около 22000 дальтон, его полипептидная цепь состоит из 191 аминокислотного остатка [19, 20].

Ген дифференциального фактора роста (*GDF9*) является составляющим суперсемейства трансформирующего фактора роста бета (TGFb). Исследования по изучению роли *GDF9* в фолликулогенезе показали, что он выполняет важную роль в поддержании нормального фолликулогенеза яичников у овец и является ооцит специфическим фактором роста и играет ключевую роль в росте и дифференцировке клеток гранулы, а также в формировании клеток теки и, соответственно, влияет на фертильность большинства видов млекопитающих. У овец ген *GDF9* расположен на 5 хромосоме, последовательность составляет 2491 п.н., состоит из двух экзонов (первый экзон содержит 397 п.н., кодирующих 134 аминокислоты, второй экзон – 968 п.н., кодирующих 322 аминокислоты), разделённых одним интроном (1126 п.н.). Пропептид представлен 453 аминокислотами, зрелый пептид состоит из 135 аминокислот.

Цель исследований – определение полиморфизма генов *GH*, *GDF9* и выявление их связи с воспроизводительными и продуктивными признаками в популяции овец породы маньчжурский меринос.

Материалы и методы. Базой для выполнения экспериментальной части работы послужили овцы указанной породы СПК ПЗ «Россия» Апанасенковского района Ставропольского края. Лабораторные исследования проводили в лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» (г. Ставрополь). Биоматериалом для генетических исследований была кровь подопытных животных: овцематки (n = 103). Отбор крови осуществляли из яремной вены в утренние часы до кормления, с использованием вакуумной системы S-Monovette с антикоагулянтom (K2 ЭДТА).

Для постановки полимеразно-цепной реакции (ПЦР) использовались коммерческие наборы «GenPak™ PCR Core» («Изоген», Россия), предназначенные для проведения ПЦР амплификаций ДНК.

Мастермиксы содержат все необходимые для проведения отдельной реакции компоненты, включая ингибированную для «горячего старта» Taq ДНК полимеразу, смесь высокоочищенных 2'-дезоксинуклеозид-5'-трифосфатов (dATP, dTTP, dGTP, dCTP) и краску для электрофореза. Методом ПЦР-ПДРФ (полиморфизм длин рестрикционных фрагментов) проводилось генотипирование исследуемого поголовья овец, по генам *GH*, *GDF9*, на программируемом четырёхканальном термоблокере «Терцик» фирмы «ДНК-технология» (Россия) в общем объёме реакционной смеси 20 мкл с использованием специфических нуклеотидных последовательностей (праймеров), синтезированных в научно-производственной лаборатории «Синтол» (Москва) (табл. 1).

Оценка роста и развития молодняка, формирование его мясной продуктивности проводилась на основе изучения динамики живой массы, приростов, с использованием общепринятых зоотехнических методов и приемов. Для учета динамики живой массы и среднесуточных приростов проводилось индивидуальное взвешивание: при рождении – с точностью до 0,1 кг, в другие возрастные периоды – 2, 4, 8 мес. – до 0,5 кг.

Для оценки экстерьера животного использовали промеры туловища, понимая их как «итог измерений на живом организме линейной величины объективно ему присущий и характерной для него».

Обработка цифрового материала исследований осуществлялась с использованием компьютерных программ BioStat, пакета программ «Microsoft Office» и методом вариационной статистики с определением

достоверности различий по t-критерию Стьюдента при трёх уровнях вероятности ($p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$).

Подсчёт частоты встречаемости генотипов определялся по формуле:

$$p = \frac{n}{N}, \quad (1)$$

где p – частота определённого генотипа;

n – количество животных, имеющих определённый генотип;

N – общее число животных.

Расчёт частоты встречаемости аллелей осуществлялся по формуле:

$$P(A) = \frac{2N_1 + N_2}{2n}, \quad (2)$$

где: P – частота встречаемости аллели; A – аллель;

N_1 – число гомозигот по исследуемому аллелю;

N_2 – число гетерозигот;

n – объём выборки животных.

Результаты и их обсуждение. По результатам молекулярно-генетического анализа определили наличие, частоту аллелей и генотипов генов *GH* и *GDF9* у овец породы маньчжский меринос (табл. 2). Полиморфизм гена *GH* представлен А и В аллелями, *GDF9* – А и G аллелями, соответственно.

Проведённый анализ выявил определённую разницу в частоте встречаемости аллелей А (0,83) и В (0,17) гена *GH*; А (0,12) и G (0,88) гена *GDF9*.

По результатам распределения частот аллелей у животных были определены по три генотипа: АА, АВ и ВВ для гена *GH*; АА, АG и GГ – для *GDF9*. В рассматриваемой популяции овец наибольшую частоту встречаемости по гену *GH* имел гомозиготный генотип АА (69,9%). С гетерозиготным АВ вариантом оказалось 27,2% овцематок, особи с генотипом ВВ встречались довольно редко 2,9%. В исследуемом полиморфизме гена *GDF9* наблюдалось следующее распределение частот генотипов, где доминирующим был гомозиготный генотип GГ, частота встречаемости которого составила 80,6%, тогда как генотипы АА и АG составляли 3,9 и 15,5%.

Дальнейшие исследования были направлены на изучение связи выявленных аллельных вариантов генов *GH*, *GDF9* с воспроизводительными и продуктивными показателями овец породы маньчжский меринос (табл. 3).

Результаты исследований воспроизводительных способностей овец в зависимости от генотипа гена *GH* свидетельствуют, что для носителей гетерозиготного АВ генотипа была характерна более высокая плодовитость по сравнению с овцематками гомозиготных АА и ВВ вариантов, это превосходство составило 3,3 и 21,4% соответственно.

Сравнительный анализ овец с разными генотипами гена *GH* свидетельствует о незначительном

Условия ПЦР-ПДРФ для исследуемых полиморфных генов
PCR-PDRF conditions for the studied polymorphic genes

Нуклеотидные последовательности	Т °С, отжига	Генотип	Амплификат, (п.н.)	Эндоу-клеза
Ген GH				
F: 5'-ggaggcaggaagggatgaa-3' R: 5'-ccaaggaggagagacaga-3'	60	AA/AB/BB	277	HaeIII
Ген GDF9				
F: 5'-gaagactggtatgggaaatg-3' R: 5'-ccaatctgctctacacacct-3'	63	AA/AG/GG	462	BstHNI

Таблица 2

Аллельный спектр генов GH и GDF9 овец
породы маньчжский меринос
Allele spectrum of GH and GDF9 genes
of Manych Merino sheep

Ген	Частота встречаемости				
	генотип, %			аллель	
GH	AA	AB	BB	A	B
	69,9	27,2	2,9	0,83	0,17
GDF9	AA	AG	GG	A	G
	3,9	15,5	80,6	0,12	0,88

превосходстве носителей АВ генотипа по величине живой массы над животными АА и ВВ генотипов, составившем 1,1 и 0,9%.

Анализ шерстной продуктивности исследуемого поголовья выявил, что особи с генотипом АВ характеризовались более высоким настригом мытой шерсти на 5,9 и 2,9%, наибольшим выходом чистой шерсти на 0,7 и 1,4 абс. процента по сравнению с обладательницами АА и ВВ генотипов.

Что касается взаимосвязи разных генотипов гена *GDF9* выявлено, что максимальное количество ягнят на 100 обьягнвившихся маток было получено от особей АА генотипа. Плодовитость носителей АА генотипа составила 125,0%, что выше в отличие от обладательниц АГ и GG генотипов на 6,2 и 6,9%.

При изучении живой массы у анализируемых овец в зависимости от генотипов гена *GDF9* выявлено, что особи с АА генотипом отличались несколько большим значением изучаемого признака по сравнению с аналогами АГ и GG генотипов на 0,4 и 0,7% соответственно (табл. 4).

В нашем эксперименте экстерьерные особенности овцематок изучались путём взятия промеров отдельных статей тела перед осеменением (табл. 5).

Высота в холке и в крестце. Величина этих промеров определялась в основном интенсивностью развития костей периферического скелета (трубчатых костей передних и задних конечностей). Анализ полученных данных выявил, что по высоте в холке овцематки с генотипом АА превосходили своих сверстниц с генотипами АГ и GG на 1,5 и 4,0% соответственно. Превосходство по высоте в крестце было также у животных с генотипом АА и составляло 2,0 и 4,8% соответственно над овцематками с генотипами АГ и GG.

Косая длина туловища. Величина данного промера определялась развитием костей позвоночника. По длине туловища особи с генотипом АА превосходили животных носителей генотипов АГ и GG соответственно на 1,7 и 5,4%.

Ширина, глубина и обхват груди. Данные промеры характеризовали развитие грудной клетки и зависели от развития костей осевого скелета, обладающих наибольшей степенью роста в постэмбриональный период. По ширине груди овцематки с генотипом АА превосходили группы АГ и GG на 4,7 и 12,7%. Измерения глубины груди показали, что животные с генотипом АА превосходили сверстниц с генотипами АГ и GG соответственно на 3,8 и 7,1%. Максимальный обхват груди наблюдался также у особей с генотипом АА и составлял 99,9 см, что на 2,1 и 6,4 см или на 2,5 и 6,4% выше, чем у животных с генотипами АГ и GG соответственно.

Обхват пясти. Этот промер позволяет судить о крепости костяка, непосредственно связанного с конституцией животного. По обхвату пясти мы наблюдали противоположную картину. А именно, максимальными значениями этого промера обладали овцематки

Таблица 3

Воспроизводительные и продуктивные качества овцематок породы манычский меринос разных генотипов гена GH

Reproductive and productive qualities of sheep of the Manych Merino breed of different genotypes of the GH gene

Показатель	GH		
	AA	AB	BB
Количество овцематок, гол.	72	28	3
Получено ягнят, гол.	85	34	3
в том числе: – ярок, гол.	61	17	2
– баранчиков, гол.	24	17	1
Плодовитость овцематок, %	118,1	121,4	100,0
Живая масса овцематок, кг	53,2±0,14	53,8±0,42	53,3±1,58
Настриг невымытой шерсти, кг	5,0±0,08	5,2±0,18	5,1±0,83
Настриг мытой шерсти, кг	3,2±0,06	3,4±0,14	3,3±0,71
Выход мытой шерсти, %	64,0	65,4	64,7

Таблица 4

Воспроизводительные и продуктивные качества овцематок породы манычский меринос разных генотипов гена GDF9

Reproductive and productive qualities of sheep of the Manych Merino breed of different genotypes of the GDF9 gene

Показатель	GDF9		
	AA	AG	GG
Количество овцематок, гол.	4	16	83
Получено ягнят, гол.	5	19	98
в том числе: – ярок, гол.	2	12	67
– баранчиков, гол.	3	7	31
Плодовитость овцематок, %	125,0	118,8	118,1
Живая масса овцематок, кг	53,6	53,4	53,2

Таблица 5

Промеры статей тела овцематок породы манычский меринос разных генотипов гена GDF9

Measurements of the body articles of sheep of the Manych Merino breed of different genotypes of the GDF9 gene

Промеры статей тела, см	GDF9		
	AA	AG	GG
	M±m	M±m	M±m
Высота в холке	67,0±0,42	66,0±0,34	64,3±0,25
Высота в крестце	68,3±0,41	66,9±0,31	65,0±0,21
Косая длина туловища	70,9±0,46	69,7±0,35	67,1±0,28
Ширина груди	27,5±0,46	26,2±0,38	24,0±0,26
Глубина груди	33,8±0,41	32,5±0,31	31,4±0,23
Обхват груди	99,9±0,58	97,4±0,43	93,5±0,32
Обхват пясти	8,5±0,07	8,7±0,05	9,0±0,04

с генотипом GG (9,0 см), а минимальными – особи с генотипом AA (8,5 см). Так животные носители генотипа GG по обхвату пясти превосходили сверстниц с генотипами AG и AA на 3,3 и 5,6% соответственно.

Для более наглядной разницы в промерах телосложения между группами были определены экстерьерные профили, где за 100% были приняты средние значения показателей по каждому промеру (рис. 1).

Для более полной характеристики внешних форм животного были определены соответствующие индексы телосложения, характеризующие соотношение анатомически связанных между собой статей. Индексы телосложения были рассчитаны на основе взятых промеров у овцематок (табл. 6).

Индекс сбитости. Величина этого индекса характеризует развитие массы тела. Данный показатель был максимальным у овцематок с генотипом AA и составлял 140,9%, что на 1,2 и 1,6 абс.% выше, чем у сверстниц с генотипами AG и GG соответственно.

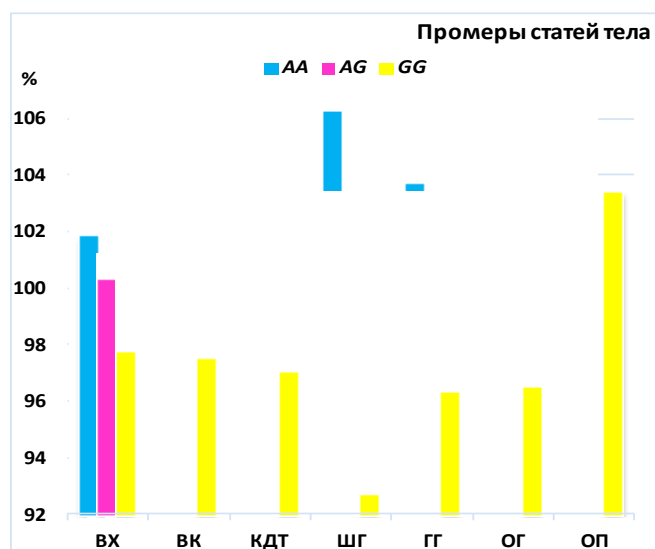


Рис. 1. Экстерьерные профили овцематок породы маньчский меринос разных генотипов гена GDF9

Fig. 1. Exterior profiles of sheep of the Many Merino breed of different genotypes of the GDF9 gene

Таблица 6

Индексы телосложения овцематок породы маньчский меринос разных генотипов гена GDF9, %

Indices of the physique of sheep of the Many Merino breed of different genotypes of the GDF9 gene, %

Индексы телосложения	GDF9		
	AA	AG	GG
Сбитости	140,9	139,7	139,3
Растяннутости	105,8	105,6	104,4
Длинноногости	49,6	50,8	51,2
Грудной	81,4	80,6	76,4
Перерослости	101,9	101,4	101,1
Костистости	12,7	13,2	14,0

Индекс растяннутости характеризует степень развития животных в длину. Животные с генотипом AA по индексу растяннутости превосходили особей с генотипами AG и GG соответственно на 0,2 и 1,4 абс.%.

Индекс длинноногости характеризует развитие конечностей животного в длину, он был максимальным у овцематок с генотипом GG – 51,2%, а минимальным у животных с генотипом AA – 49,6%. Так особи с генотипом GG по данному показателю опережали сверстниц других групп (AG и AA) на 0,4 и 1,6 абс.% соответственно.

Грудной индекс характеризует относительное развитие груди. Максимальные показатели величины грудного индекса были у овец с генотипом AA (81,4%), которые превосходили по данному показателю овцематок с генотипом AG (80,6) на 0,8 абс.%, а особей с генотипом GG (76,4) – на 4,2 абс.%.

Индекс перерослости характеризует развитие задних и передних конечностей в длину. Разница показателей индекса перерослости у овцематок между группами была незначительной и составляла 0,5-0,8 абс.%.

Индекс костистости характеризует относительное развитие костяка. По индексу костистости животные с генотипом GG опережали овцематок с генотипами AG и AA на 0,8 и 1,3 абс.% соответственно.

Выводы. За последние десятилетия исследования в области генетических, биохимических материалов фенотипического полиморфизма показателей, определяющих в том числе мясную продуктивность, позволяют объективно оценить селекционную перспективность молодняка и провести отбор животных для включения в селекционный процесс.

В проведенных исследованиях была выявлена взаимосвязь воспроизводительных и продуктивных признаков в популяции овец породы маньчский меринос с аллельным состоянием генов *GH*, *GDF9*. Так, у овцематок более высокие воспроизводительные способности наблюдались у животных носителей гетерозиготного генотипа AB по гену *GH*, а по гену *GDF9* – гомозиготного генотипа AA.

Кроме того, животные носители генотипа AB гена *GH* отличались более высокой мясной и шерстной продуктивностью. А по гену *GDF9* лучшими показателями по живой массе отличались овцематки породы маньчский меринос носители генотипа AA.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амерханов Х.А. Резервы есть, значит впереди много работы // Информационный бюллетень. – Ставрополь. – № 1 (9). – 2015. – С. 3-12.
2. Глазко В.И. Проблемы «селекции с помощью маркеров» (MAS) // Farm Animals. – 2013. – № 2 (3). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-selektcii-s-pomoschyu-markerov-mas> (дата обращения: 20.05.2023).
3. Дейкин А.В., Селионова М.И., Криворучко А.Ю., Коваленко Д.В., Трухачев В.И. Генетические маркеры в мясном овцеводстве // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – № 5. – С. 576-583.

4. Денискова Т.Е., Доцев А.В., Гладырь Е.А., Сермягин А.А. [и др.] Валидация панели SNP-маркеров для контроля происхождения локальных российских пород овец // Сельхозбиология. – 2015. – № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/validatsiya-paneli-snp-markerov-dlya-kontrolya-proishozhdeniya-lokalnyh-rossiyskih-porod-ovets> (дата обращения: 30.05.2020).

5. Дмитриева Т.О. Современное состояние и тенденции развития мирового овцеводства // Colloquium-journal. – Голопристанський міський районний центр зайнятості – Голопристанський районний центр зайнятості. – 2020. – № 3-3. – С. 9-11.

6. Зиновьева Н.А., Доцев А.В., Сермягин А.А., Виммерс К. [и др.] Изучение генетического разнообразия и популяционной структуры российских пород крупного рогатого скота с использованием полногеномного анализа sNP // Сельхозбиология. – 2016. – № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-geneticheskogo-raznობიზიი-ი-პოპულაციონოი-სტრუქტურა-როსიისკი-პოროდ-კრუპნოგო-როგატოგო-სკოტა-ს-ისპოლზოვანიემ> (дата обращения: 22.05.2023).

7. Карпова Е.Д., Суржикова Е.С., Гаджиев З.К., Дмитрик И.И., Завгородняя Г.В. Полиморфизм гена CAST и ассоциация его генотипов с показателями мясной продуктивности овец // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 1. – С. 60-63.

8. Карпова Е.Д., Омаров А.А., Малахова Л.С. Репродуктивные особенности овцематок при круглогодичном производстве молодой баранины // Сб. статей Международного научно-исследовательского конкурса. – 2022. – С. 205-210.

9. Малахова Л.С., Омаров А.А., Суров А.И., Карпова Е.Д. Эффективность стимуляции охоты овец в анэстральный период // Ветеринария. – 2023. – № 5. – С. 36-39.

10. Омаров А.А., Скорых Л.Н., Маслова Л.Ф., Искандарова К.Р., Лабунцев А.С. Формирование мясной продуктивности молодняка создаваемого типа скороспелых овец при разных технологиях выращивания // Главный зоотехник. – 2018. – № 5. – С. 8-13.

11. Сермягин А.А., Гладырь Е.А., Харитонов С.Н., Ермилов А.Н. [и др.] Полногеномный анализ ассоциаций с продуктивными и репродуктивными признаками у молочного скота в российской популяции голштинской породы // Сельхозбиология. – 2016. – № 2.

12. Суров А.И., Омаров А.А., Малахова Л.С., Карпова Е.Д. Репродуктивные особенности овец разных генотипов и энергия роста полученного потомства // Зоотехния. – 2022. – № 9. – С. 28-31.

13. Трухачёв В.И., Селионова М.И., Криворучко А.Ю., Айбазов А. – М.М. Генетические маркеры мясной продуктивности овец (*Ovis aries* L.). Сообщение I: миостатин, кальпаин, кальпаистатин (обзор) // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53. – № 6. – С. 1107-1119.

14. Ульянов А.Н., Куликова А.Я. Повышение мясной и шерстной продуктивности – неотложные проблемы овцеводства России // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2013. – № 2. – С. 19-24.

15. Чижова Л.Н., Суржикова Е.С., Забелина М.В., Луццева Е.Д., Ефимова Н.И. Полиморфизм генов GH, CAST у овец в связи с показателями резистентности // Саратовский ГАУ имени Н.И. Вавилова. – 2020. – № 12. – С. 75-77.

16. Шайдуллин И.Н., Щербаков А.А. Пути увеличения производства баранины // Главный зоотехник. – 2005. – № 7. – С. 56-58.

17. Dubovskova M.P., Selionova M.I., Chizhova L.N., Mikhailenko A.K., Dolgashova M.A. Use of genetic markers of meat productivity in breeding of Hereford breed bulls // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 341 (1). – Article 012052.

18. Ciepluch A. et al. Genetic disorders in beef cattle: a review // Genes Genomics. – 2017. – Vol. 39. – № 5. – Pp. 461-471.

19. Gorlov I.F., Shirokova N.V., Slozhenkina M.I., Mosolova N.I., Zlobina E.Y. [et al.] Association of the growth hormone gene polymorphism with growth traits in Salsk sheep breed // Small Ruminant Research. – 2017. – T. 150. – Pp. 11-14.

20. Kolosov Yu.A., Kobylatsky N.V., Shirokova P.S., Getmantseva L.V., Bakoev N.F. Biotechnological methods for studying the growth hormone polymorphism gene // Far Eastern Agrarian Bulletin. – 2017. – Vol. 2. – № 42. – Pp. 82-86.

REFERENCES

1. Amerkhanov H.A. There are reserves, so there is a lot of work ahead // Newsletter. – Stavropol. – No. 1 (9). – 2015. – Pp. 3-12.

2. Glazko V.I. Problems of "breeding with markers" (MAS) // Farm Animals. – 2013. – № 2(3). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problem-selektzii-s-pomoschyu-markerov-mas> (accessed: 05/20/2023).

3. Deikin A.V., Selionova M.I., Krivoruchko A.Yu., Kovalenko D.V., Trukhachev V.I. Genetic markers in meat sheep breeding // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. – 2016. – No. 5. – Pp. 576-583.

4. Deniskova T.E., Dotsev A.V., Gladyr E.A., Sermyagin A.A. [et al.] Validation of the panel of SNP markers for controlling the origin of local Russian sheep breeds // Agricultural biology. – 2015. – No. 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/validatsiya-paneli-snp-markerov-dlya-kontrolya-proishozhdeniya-lokalnyh-rossiyskih-porod-ovets> (date of address: 30.05.2020).

5. Dmitrieva T.O. The current state and trends in the development of world sheep breeding // Colloquium-journal. – Holopristansky miskrayonny center zainyatosti – Holopristansky district employment center. – 2020. – No. 3-3. – Pp. 9-11.

6. Zinovieva N.A., Dotsev A.V., Sermyagin A.A., Vimmers K. [et al.] The study of genetic diversity and population structure of Russian cattle breeds using genome-wide sNP analysis // Agricultural biology. – 2016. – No. 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-geneticheskogo-raznობიზიი-ი-პოპულაციონოი-სტრუქტურა-როსიისკი-პოროდ-კრუპნოგო-როგატოგო-სკოტა-ს-ისპოლზოვანიემ> (accessed: 05/22/2023).

7. Karpova E.D., Surzhikova E.S., Gadzhiev Z.K., Dmitrik I.I., Zavgornaya G.V. Polymorphism of the CAST gene and association of its genotypes with indicators of sheep meat productivity // Agrarian Scientific Journal. – 2022. – No. 1. – Pp. 60-63.

8. Karpova E.D., Omarov A.A., Malakhova L.S. Reproductive features of ewes in the year-round production of young mutton // Collection of articles of the International Research Competition. – 2022. – Pp. 205-210.

9. Malakhova L.S., Omarov A.A., Surov A.I., Karpova E.D. The effectiveness of sheep hunting stimulation in the anestral period // Veterinary medicine. – 2023. – No. 5. – Pp. 36-39.

10. Omarov A.A., Skorykh L.N., Maslova L.F., Iskandarova K.R., Labyntsev A.S. Formation of meat productivity

of young animals of the created type of precocious sheep with different cultivation technologies // Chief Zootechnik. – 2018. – No. 5. – Pp. 8-13.

11. Sermiyagin A.A., Gladyr E.A., Kharitonov S.N., Ermilov A.N. [et al.] Genome-wide analysis of associations with productive and reproductive traits in dairy cattle in the Russian population of the Holstein breed // Agricultural Biology. – 2016. – No. 2.

12. Surov A.I., Omarov A.A., Malakhova L.S., Karpova E.D. Reproductive features of sheep of different genotypes and the growth energy of the resulting offspring // Zootechnia. – 2022. – No. 9. – Pp. 28-31.

13. Trukhachev V.I., Selionova M.I., Krivoruchko A.Yu., Aybazov A. – M.M. Genetic markers of sheep meat productivity (Ovis aries L.). Message I: myostatin, calpain, calpastatin (review) // Agricultural Biology. – 2018. – Vol. 53. – No. 6. – Pp. 1107-1119.

14. Ulyanov A.N., Kulikova A.Ya. Increasing meat and wool productivity – urgent problems of sheep breeding in Russia // Sheep, goats, wool business. – 2013. – No. 2. – Pp. 19-24.

15. Chizhova L.N., Surzhikova E.S., Zabelina M.V., Lutsiva E.D., Efimova N.I. Polymorphism of GH, CST genes in sheep in connection with resistance indicators // Saratov State University named after N.I. Vavilov. – 2020. – No. 12. – Pp. 75-77.

16. Shaidullin I.N., Shcherbakov A.A. Ways to increase lamb production // Chief Zootechnik. – 2005. – No. 7. – Pp. 56-58.

17. Dubovskova M.P., Selionova M.I., Chizhova L.N., Mikhailenko A.K., Dolgashova M.A. Use of genetic markers

of meat productivity in breeding of Hereford breed bulls // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 341 (1). – Article 012052.

18. Ciepluch A. et al. Genetic disorders in beef cattle: a review // Genes Genomics. – 2017. – Vol. 39. – № 5. – Pp. 461-471.

19. Gorlov I.F., Shirokova N.V., Slozhenkina M.I., Mosolova N.I., Zlobina E.Y. [et al.] Association of the growth hormone gene polymorphism with growth traits in Salsk sheep breed // Small Ruminant Research. – 2017. – T. 150. – Pp. 11-14.

20. Kolosov Yu.A., Kobylatsky N.V., Shirokova P.S., Getmantseva L.V., Bakoev N.F. Biotechnological methods for studying the growth hormone polymorphism gene // Far Eastern Agrarian Bulletin. – 2017. – Vol. 2. – № 42. – Pp. 82-86.

Бобрышов Сергей Сергеевич, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотрудник лаборатории овцеводства с сектором козоводства и пастушеского собаководства ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», тел.: (8652) 71-70-33, e-mail: ssbob@yandex.ru;

Карпова Екатерина Дмитриевна – канд. биол. наук, науч. сотрудник отдела овцеводства и козоводства ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» тел.: (998) 094-31-21, e-mail: lucciwa@yandex.ru;

Омаров Арслан Ахметович, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотрудник отдела овцеводства ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», тел.: (865) 271-70-33, e-mail: omarov1977@yandex.ru

355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 15

УДК 591.151:636.32/38.082.13

DOI: 10.26897/2074-0840-2023-3-12-15

ОСОБЕННОСТИ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ CAST, GH И GDF9 У ОВЕЦ КАЛМЫЦКОЙ КУРДЮЧНОЙ ПОРОДЫ И ПОМЕСЕЙ ½ КАЛМЫЦКАЯ КУРДЮЧНАЯ + ½ ДОРПЕР

В.А. ПОГОДАЕВ¹, А.Н. АРИЛОВ², Н.В. СЕРГЕЕВА¹, Е.С. СУРЖИКОВА¹

¹ ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»;

² Калмыцкий НИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН»

FEATURES OF POLYMORPHISM OF THE CAST, GH AND GDF9 GENES IN KALMYK FAT-TAILED BREED AND CROSSBREDS ½ KALMYK FAT-TAILED + ½ DORPER

V.A. POGODAEV¹, A.N. ARILOV², N.V. SERGEEVA¹, E.S. SURZHIKOVA¹

¹ FGBNU «North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center»;

² Kalmyk Research Institute – branch of the FSBI «PAFSC RAS»

Аннотация. В статье представлены данные по особенностям полиморфизма генов CAST, GH и GDF9 у овец калмыцкой курдючной породы и помесей с кровностью ½ калмыцкая курдючная + ½ дорпер. Полиморфизм гена GDF9 у калмыцкой курдючной породы представлен аллелями GDF9^A с низкой частотой встречаемости (0,17) и с высокой частотой встречаемости (0,83) GDF9^G. В выявленном полиморфизме помесных животных (½ калмыцкая курдючная + ½ дорпер) наиболее распространенной является аллель G для гена GDF9, частота встречаемости которой составила 0,74. Часто встречающимся у исследуемого поголовья овец (52,9%)

был гетерозиготный генотип AG. Полученные результаты исследования и их анализ свидетельствуют о разнообразии распределения аллельного профиля в локусах изучаемых генов.

Ключевые слова: овцы, калмыцкая курдючная порода, дорпер, полиморфизм генов, кальпастанин, гормон роста.

Summary. The article presents data on the features of polymorphism of the CAST, GH and GF 9 genes in Kalmyk sheep of the short-tailed breed and crossbreeds with a blood-line of 1 Kalmyk short-tailed + 1 dorper. The polymorphism of the GDF9 gene in the Kalmyk chicken breed is represented