

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

11. Sermyagin 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. Cieplach 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

by GDF9A alleles with a low frequency of occurrence (0.17) and with a high frequency of occurrence (0.83) GDF9G. In the identified polymorphism of crossbred animals (½ Kalmyk fat-tailed + ½ dorper), the G allele for the GDF9 gene is the most common, the frequency of occurrence of which was 0.74. Heterozygous AG genotype was common in the studied sheep population (52.9%). The obtained results of the study and their analysis indicate the diversity of the distribution of the allele profile in the loci of the studied genes.

Keywords: sheep, Kalmyk chicken breed, dorper, gene polymorphism, calpastatin, growth hormone.

Овцеводство – важная традиционная для России отрасль животноводства, которая направлена на удовлетворение потребностей населения не только в продуктах питания, но и в другой животноводческой продукции, необходимой во многих отраслях производства [1-3].

Мировой опыт развития овцеводства показывает, что повышение эффективности и конкурентоспособности отрасли связано с увеличением мясной продуктивности овец [5, 6].

Промышленное скрещивание с целью использования эффекта гетерозиса широко применяется в овцеводстве в большинстве европейских стран, в Австралии, Новой Зеландии, в Аргентине и других странах Азии и Южной Америки и России. Его используют в основном для повышения мясной продуктивности местных пород, недостаточно продуктивных, но хорошо приспособленных к природно-климатическим условиям своих зон разведения, а также для получения высококачественной ягнятины при убое животных в 3-4-х мес. возрасте и повышения мясной продуктивности овец шерстного направления [4-6].

Увеличение производства и улучшение качества баранины во многом определяется внедрением сочетания классических методов селекции с молекулярно-генетическими методами [7-9].

Специализация овцеводства на производство баранины требует наличия пород, отличающихся высокой мясной продуктивностью и скороспелостью. Поэтому особую актуальность приобретает как сохранение

имеющегося генофонда отечественных пород, так и их генетическое совершенствование.

Целью исследований было установление особенности полиморфизма генов CAST, GH и GDF9 у овец калмыцкой курдючной породы и помесей с кровностью ½ калмыцкая курдючная + ½ дорпер.

Материал и методы исследований. Исследования проводились в 2022 г. Биологическим материалом для изучения полиморфизма генов CAST, GH и GDF9 являлась кровь 15 голов чистопородных калмыцких курдючных овец и 17 голов помесных (½ калмыцкая курдючная + ½ дорпер), принадлежащих КФХ «АРЛ» Яшкульского района Республики Калмыкия.

Генотипирование проводилось в лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий ВНИИОК-филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» методом ПЦР-ПДРФ (полимиразно-цепная реакция – полиморфизм длин рестрикционных фрагментов) на четырехканальном программируемом термоциклере «Терцик» фирмы «ДНК-технология» (Россия) с использованием специфических праймеров, синтезированных в научно-производственной лаборатории «СИНТОЛ» (Москва) [10, 11] (табл. 1).

Исследуемые гены кальпастанин (CAST) – контролирует качество мяса, гормон роста (GH) и дифференциальный фактор роста (GDF9) – контролируют рост, развитие, мясную продуктивность.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты и анализ ПЦР-ПДРФ диагностики овец калмыцкой курдючной породы показывает, что полиморфизм гена кальпастанина представлен аллелями: с очень низкой (0,03) CAST^N и высокой (0,97) CAST^M частотой встречаемости. Такие данные стали основой для довольно высокой частоты встречаемости гомозиготного генотипа CAST^{MM} – 93,3%, однако аналог – CAST^{NN} не обнаружен. Установлено, что частота встречаемости гетерозиготного генотипа CAST^{MN} имела показатель – 6,7% (табл. 2).

Подобная картина наблюдается и у помесных животных. Так частота встречаемости гомозиготного

Таблица 1

Последовательность олигонуклеотидов праймеров, температуры отжига праймеров, соответствующие эндонуклеазы рестрикции и генотипы генов

Sequence of oligonucleotide primers, primer annealing temperatures, corresponding restriction endonucleases and genotypes of genes

Показатель	Ген		
	CAST	GH	GDF9
Нуклеотидные последовательности	F: 5r-tggggcccaatgacgccatcgatg-3r R: 5r-ggtggagcagcacttctgatcacc-3r.	F: 5'-ggaggcaggaaggatgaa-3' R: 5'-ccaaggaggaggagagacaga-3'	F: 5'-aagactggtatggggaatg-3' R: 5'-ccaatctgctctacacacct-3'
Т°С, отжига	62	60	63
Амплифик, п.н.	422	277	462
Эндонуклеаза	MspI	HaeIII	BstHHI
Генотипы	MM/MN/NN	AA/AB/BB	AA/AG/GG

Таблица 2

Особенности аллельного профиля изучаемых генов у овец различного генотипа
Features of the allelic profile of the studied genes in sheep of different genotypes

Ген	Порода	Частота встречаемости					
		генотипов, %			аллелей		
Кальпастин (CAST)	Калмыцкая курдючная (n = 15)	MM	MN	NN*	M	N	
		93,3	6,7	0	0,97	0,03	
	Помеси (½ калмыцкая курдючная + ½ дорпер) (n = 17)	64,7	35,3	0	0,82	0,18	
Гормон роста (GH)	Калмыцкая курдючная (n = 15)	AA	AB	BB*	A	B	
		100	0	0	1	-	
	Помеси (½ калмыцкая курдючная + ½ дорпер) (n = 17)	100	0	0	1	-	
Дифференциальный фактор роста (GDF9)	Калмыцкая курдючная (n = 15)	AA*	AG	GG	A	G	
		0	33,3	66,7	0,17	0,83	
	Помеси (½ калмыцкая курдючная + ½ дорпер) (n = 17)	0	52,9	47,1	0,26	0,74	

Таблица 3

Показатели генетической структуры исследуемых животных
Indicators of the genetic structure of the studied animals

Показатель	Ген					
	Кальпастин (CAST)		Гормон роста (GH)		Дифференциальный фактор роста (GDF9)	
	кал-мыцкая курдючная	помеси (½ калмыцкая курдючная + ½ дорпер)	кал-мыцкая курдючная	помеси (½ калмыцкая курдючная + ½ дорпер)	кал-мыцкая курдючная	помеси (½ калмыцкая курдючная + ½ дорпер)
Наблюдаемая гетерозиготность (Hobs)	0,0714	0,5454	0	0	0,500	1,125
Ожидаемая гетерозиготность (Hex)	0,0688	0,4097	0	0	0,3846	0,6373
Степень гомозиготности (Ca), %	93,56	70,93	100	100	72,22	61,07
Уровень полиморфности (Na)	1,0688	1,4097	1	1	1,3846	1,6373
Степень генетической изменчивости (V), %	—	23,18	—	—	21,11	33,04
Тест гетерозиготности (T.G.)	0,0025	0,1356	0	0	0,1153	0,4876

генотипа CAST^{MM} составила 64,7%, а гетерозиготного CAST^{MN} – 35,3%.

Отличительной особенностью изучаемой популяции овец, как калмыцкой курдючной породы, так и овец породы дорпер, стало отсутствие полиморфизма гена гормона роста. Присутствие аллеля GH^A при полном отсутствии аллеля GH^B создало ситуацию мономорфизма в локусе этого гена. Так частота встречаемости генотипа GH^{AA} имела показатель 100%.

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 встречающимися у исследуемого поголовья овец явились гетерозиготный генотип AG, который составил 52,9%.

Расчет величины, наблюдаемой гетерозиготности (Hobs) по локусам генов CAST и GDF9 у овец калмыцкой курдючной породы составил 0,0714 и 0,500, ожидаемой гетерозиготности (Hex) – 0,0688 и 0,3846, а у помесных овец с кровностью ½ калмыцкая курдючная + ½ дорпер 0,545, 1,125, и 0,4097, 0,6373, соответственно.

При оценке информативности генетических маркеров в селекции также используются такие критерии, как степень гомозиготности (Ca) и уровень полиморфности (Na). Так у животных калмыцкой курдючной породы эти показатели составили для генотипов CAST – 93,56% и 1,0688, а GDF9 – 72,22% и 1,3846, у помесей (½ калмыцкая курдючная + ½ дорпер): CAST – 70,93% и 1,4097, а GDF9 – 61,07% и 1,6373.

Заключение. Полученные результаты исследования и их анализ свидетельствуют о разнообразии распределения аллельного профиля в локусах изучаемых генов. Дальнейшие

исследования будут направлены на изучение взаимосвязи выявленного полиморфизма с продуктивными показателями, что необходимо для дальнейшего совершенствования генофонда овец калмыцкой курдючной пород и ее помесей (½ калмыцкая курдючная + ½ дорпер).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобрышова Г.Т., Голембовский В.В., Пашкова Л.А. Будущее овцеводства – в развитии интенсивных технологий // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2021. – № 3. – С. 14-19. – DOI 10.26897/2074-0840-2021-3-14-19.
2. Погодаев В.А., Сергеева Н.В., Юлдашбаев Ю.А., Базев С.О. Динамика роста молодняка овец, полученного

от скрещивания маток калмыцкой курдючной породы с баранами породы дорпер // Зоотехния. – 2018. – № 5. – С. 24-26.

3. Погодаев В.А., Сергеева Н.В., Арилов А.Н., Адучиев Б.К. Репродуктивные качества овцематок калмыцкой курдючной породы при чистопородном разведении и скрещивании с баранами породы дорпер и интенсивность роста ягнят в подсосный период // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2018. – № 55 (ч. 2). – С. 82-87.

4. Погодаев В.А., Сергеева Н.В., Юлдашбаев Ю.А. [и др.] Хозяйственно-полезные качества и биологические особенности овец, полученных от скрещивания пород калмыцкая курдючная и дорпер в условиях аридной зоны Калмыкии // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 4. – С. 58-76. – DOI 10.34677/0021-342-2019-4-58-76.

5. Погодаев В.А., Сергеева Н.В., Адучиев Б.К. Энергия роста и мясные качества баранчиков калмыцкой курдючной породы и помесей (1/2 калмыцкая курдючная + 1/2 дорпер) при интенсивном откорме // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 7. – С. 50-54. – DOI: 10.28983/asj.y2020i7pp50-54.

6. Исмаилов И.С., Чернобай Е.Н., Трегубова Н.В. Полиморфизм белков крови маток овец различных фенотипов северокавказской мясо-шерстной породы // Вестник АПК Ставрополя. – 2020. – № 1 (37). – С. 25-28.

7. Куликова К.А. Полиморфизм гена кальпастина (CAST) у овец горного и степного внутрипородных типов тувинской короткожирнохвостой породы // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (45). – С. 84-89.

8. Онищенко О.Н., Чернобай Е.Н., Суржикова Е.С., Шумаенко С.Н. Полиморфизм генов CAST и GH у баранов-производителей породы российский мясной меринос // Зоотехния. – 2022. – № 5. – С. 16-18. – DOI 10.25708/ZT.2022.49.17.005.

9. Pogodaev V., Aduchiev B., Kononova L., Aslanukova M., Kardanov I. Features of polymorphism of calpastatin and somatotropin genes in young sheep, obtained from crossing ewes of Kalmyk fat-rumped sheep and dorper rams // E3S Web of Conferences 175, 03020 (2020) INTERAGROMASH, 2020.

10. Оздемиров А.А., Чижова Л.Н., Хожиков А.А. [и др.] Полиморфизм генов CAST, GH, GDF9 овец дагестанской горной породы // Юг России: экология, развитие. – 2021. – Т. 16. – № 2 (59). – С. 39-44.

11. Лушников В.П., Фетисова Т.О., Селионова М.И. [и др.] Полиморфизм генов соматотропина (GH), кальпастина (CAST), дифференциального фактора роста (GDF 9) у овец татарстанской породы // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2020. – № 1. – С. 2-3.

REFERENCES

1. Bobryshova G.T., Golembovsky V.V., Pashkova L.A. The future of sheep breeding is in the development of intensive technologies // Sheep, goats, wool business. – 2021. – No. 3. – Pp. 14-19. – DOI 10.26897/2074-0840-2021-3-14-19.

2. Pogodaev V.A., Sergeeva N.V., Yuldashbaev Yu.A., Bazaev S.O. Dynamics of growth of young sheep obtained from crosses of Kalmyk broad-tailed queens with Dorper sheep // Zootechnia. – 2018. – No. 5. – Pp. 24-26.

3. Pogodaev V.A., Sergeeva N.V., Arilov A.N., Aduchiev B.K. Reproductive qualities of sheep of the Kalmyk kurdyuchny breed during purebred breeding and crossing with sheep of the Dorper breed and the growth rate of lambs in the suckling period // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 55 (part 2). – Pp. 82-87.

4. Pogodaev V.A., Sergeeva N.V., Yuldashbayev Yu.A. [et al.] Economically useful qualities and biological features of sheep obtained from crossing Kalmyk kurdyuchnaya and dorper breeds in the conditions of the arid zone of Kalmykia // Izvestiya Timiryazevskaya Agricultural Academy. – 2019. – No. 4. – Pp. 58-76. – DOI 10.34677/0021-342-2019-4-58-76.

5. Pogodaev V.A., Sergeeva N.V., Aduchiev B.K. Growth energy and meat qualities of Kalmyk chicken-tailed sheep and crossbreeds (1/2 Kalmyk chicken-tailed + 1/2 dorper) with intensive fattening // Agrarian Scientific Journal. – 2020. – No.7. – Pp. 50-54. – DOI: 10.28983/asj.y2020i7pp50-54

6. Ismailov I.S., Chernobai E.N., Tregubova N.V. Polymorphism of blood proteins of sheep queens of various phenotypes of the North Caucasian meat and wool breed // Bulletin of the Agroindustrial complex of Stavropol. – 2020. – No. 1 (37). – Pp. 25-28.

7. Kulikova K.A. Polymorphism of the calpastatin gene (CAST) in sheep of mountain and steppe intrabreed types of the Tuvan short-tailed breed // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. – 2018. – No. 1 (45). – Pp. 84-89.

8. Onishchenko O.N., Chernobai E.N., Surzhikova E.S., Shumaenko S.N. Polymorphism of CAST and GH genes in sheep-producers of the Russian meat merino breed // Zootechnia. – 2022. – No. 5. – Pp. 16-18. – DOI 10.25708/ZT.2022.49.17.005.

9. Pogodaev V., Aduchiev B., Kononova L., Aslanukova M., Kardanov I. Features of polymorphism of calpastatin and somatotropin genes in young sheep, obtained from crossing ewes of Kalmyk fat-rumped sheep and dorper rams // E3S Web of Conferences 175, 03020 (2020) INTERAGROMASH, 2020.

10. Ozdemirov A.A., Chizhova L.N., Khozhokov A.A. [et al.] Polymorphism genes CAST, GH, GDF9 sheep of Dagestan mountain breed // South of Russia: ecology, development. – 2021. – T. 16. – № 2 (59). – Pp. 39-44.

11. Lushnikov V.P., Fetisova T.O., Selionova M.I. [et al.] Polymorphism of somatotropin (GH), calpastatin (CAST), differential growth factor (GDF 9) genes in sheep of the Tatarstan breed // Sheep, goats, wool business. – 2020. – No. 1. – Pp. 2-3.

Погодаев Владимир Аникеевич, доктор с.-х. наук, профессор, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», д. 49, ул. Никонова, г. Михайловск, 546241, Россия. E-mail: pogodaev_1954@mail.ru. Тел.: (918) 785-85-25;

Арилов Анатолий Нимеевич, доктор с.-х. наук, профессор, директор Калмыцкий НИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН»;

Сергеева Наталья Владимировна, канд. биол. наук, науч. сотрудник, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», д. 49, ул. Никонова, г. Михайловск, 546241, Россия;

Суржикова Евгения Семеновна, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотрудник, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», д. 49, ул. Никонова, г. Михайловск, 546241, Россия.