

Криворучко Александр Юрьевич, доктор биол. наук, гл. науч. сотрудник лаборатории геномной селекции и репродуктивной криобиологии в животноводстве ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 15, тел.: (918) 881-43-27; e-mail: rcvm@yandex.ru;

Катков Константин Александрович, канд. тех. наук, доцент, вед. науч. сотрудник лаборатории экономики ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», г. Михайловск, ул. Никонова, д. 49; тел.: (918) 861-98-02; e-mail: kkatkoff@mail.ru;

Каниболоцкая Анастасия Александровна, канд. биол. наук, науч. сотрудник лаборатории геномной селекции и репродуктивной криобиологии в животноводстве, тел.: (961) 456-99-25; e-mail: dorohin.2012@inbox.ru;

Скокова Антонина Владимировна, канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник лаборатории геномной селекции и репродуктивной криобиологии в животноводстве, тел.: (962) 740-42-31; e-mail: antoninaskokova@mail.ru;

Яцык Олеся Андреевна, канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник лаборатории геномной селекции и репродуктивной криобиологии в животноводстве, тел.: (918) 757-14-58; e-mail: malteze@mail.ru.

УДК 591.151:636.32/.38.082.13

DOI: 10.26897/2074-0840-2022-2-22-25

АЛЛЕЛЬНЫЕ И ГЕНОТИПИЧЕСКИЕ ВАРИАНТЫ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ GH, GDF9 У ОВЕЦ ПОРОДЫ МАНЫЧСКИЙ МЕРИНОС

Л.Н. СКОРЫХ, А.В. СУХОВЕЕВА, Е.С. СУРЖИКОВА

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

ALLELIC AND GENOTYPICAL VARIANTS OF THE GH, GDF9 GENES POLYMORPHISM IN THE MANYCH MERINO SHEEP BREED

L.N. SKORYKH, A.V. SUKHOVEEVA, E.S. SURZHIKOVA

North Caucasus Federal Agrarian Research Centre

Аннотация. В статье представлены результаты генотипирования овец породы манычский меринос. С использованием ПЦР-ПДРФ анализа установлена специфичность аллельного спектра генов GH и GDF9, регулирующих процессы роста и оказывающих влияние на мясную продуктивность, выраженная в разной частоте встречаемости аллелей и генотипов.

Ключевые слова: полиморфизм, ген, аллель, генотип, генетическая структура, продуктивные показатели.

Summary. The article presents the results of genotyping of sheep of the Manych Merino breed. Using PCR-RFLP analysis, the specificity of the allelic spectrum of the GH and GDF9 genes, which regulate growth processes and affect meat productivity, was established, expressed in different frequencies of alleles and genotypes.

Keywords: polymorphism, gene, allele, genotype, genetic structure, productive indicators.

На современном этапе состояния аграрного сектора экономики нашей страны одной из важных задач является необходимость эффективного развития отрасли овцеводства с точки зрения занятости населения, обеспечения человека разнообразной продукцией [1, 2]. В большинстве стран мира высокая экономическая эффективность этой отрасли обеспечивается за счет производства высококачественной баранины [3]. Поэтому возникает необходимость во внедрении в отрасль новых направлений на основе сочетания традиционных методов селекции с молекулярно-генетическими, что является одним из ключевых элементов для увеличения и улучшения мясной продуктивности овец [4, 5]. Применение геномной оценки в селекции овец может повысить темпы селекционного прогресса и тем самым

увеличить рентабельность отрасли. Генетическая селекция направлена на работу с животными с высоким генетическим потенциалом по росту и развитию [6].

В качестве ДНК-маркеров, связанных с проявлением экономически значимых признаков животных, значительное внимание уделяется генам гормона роста (GH) и дифференциального фактора роста (GDF9), контролирующим рост и развитие, воспроизводительные качества, а также оказывающим влияние на мясную продуктивность овец [7, 8].

В связи с вышеизложенным, целью настоящего исследования явилось изучение полиморфизма генов соматотропина (GH) и дифференциального фактора роста (GDF9) и анализ их ассоциаций с параметрами роста у молодняка овец породы манычский меринос.

Материал и методы исследования. Экспериментальная часть исследований проводилась на базе СПК колхоза-племзавода им. Ленина Апанасенковского района Ставропольского края. Молекулярно-генетические исследования выполнялись в лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». Объектом исследования явились ярки (n = 91) породы манычский меринос.

В качестве биологического материала использовали образцы венозной крови. Для выделения из неё ДНК применялся набор реагентов «DIAAtomtmDNAprep» (IsoGeneLab). Для проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР) использовали наборы «GenePakPCRCore» согласно с инструкцией производителя. Генотипирование молодняка овец выполнялось по двум генам, а именно

дифференциального фактора роста (*GDF9*) и гормона роста (*GH*). Амплификация фрагмента ДНК проводилась на программируемом четырехканальном термоджеле «Терцик» фирмы «ДНК-технология» (Россия) общим объемом реакционной смеси 20 мкл на основе следующих праймеров: *GDF9* – (F: 5'- GAA-GAC-TGG-TAT-GGG-GAA-ATG – 3' и R: 5'- CCA-ATC-TGC-TCC-TAC-ACA-CCT-3'); *GH* – (F: 5'- GGA-GGC-AGG-AAG-GGA-TGA-A31R5'-CCA-AGG-GAG-GGA-GAG-ACA-GA-3'). Рестрикционный анализ полученных амплификатов проводили при помощи эндонуклеаз рестрикции BstHNI (для гена *GDF9*), HaeIII (для гена *GH*) согласно протоколу производителя (ООО «СибЭнзим»). После окончания электрофореза в 2,0% (для гена *GDF9*); 4,0% (для гена *GH*) агарозном геле, окрашенным бромистым этидием, который помещали на платформу трансиллюминатора, излучающего свет в ультрафиолетовом диапазоне, производилась визуализация числа и длин фрагментов рестрикции. В качестве маркера молекулярных масс применялся стандартный набор M 50 «GenePakDNAMarkers» (IsoGeneLab).

Полученные в результате исследований данные обрабатывались анализом статистических методов согласно методических указаний [9, 10].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате молекулярно-генетических исследований выявлено наличие полиморфизма в локусах генов *GH* и *GDF9* у ярок породы маньчский меринос. Установлено, что полиморфизм генов *GH* и *GDF9* представлен двумя аллелями А и В; А и G. При этом наблюдается определенная разница в частоте встречаемости аллелей А (0,75) и В (0,25) для гена *GH*; А (0,12) и G (0,88) для гена *GDF9*. По результатам распределения частот аллелей у животных были определены по три генотипа: AA, AB и BB для гена *GH*; AA AG и GG – для *GDF9*. В рассматриваемой популяции овец наибольшую частоту встречаемости по гену *GH* имел гомозиготный генотип AA (59,4%), с гетерозиготным AB вариантом оказалось 30,7% ярок, особи с генотипом BB встречались довольно редко 9,9%. В исследуемом полиморфизме гена *GDF9* наблюдалось следующее распределение частот генотипов, где доминирующим был гомозиготный генотип GG, частота которого составила 79,1%, тогда как генотипы AA и AG соответствовали 3,3 и 17,6% (табл. 1).

Для более объективной оценки нами был проведен генетико-статистический анализ полученных результатов, численные значения которых представлены в таблице 2. Гетерозиготность и величина информационного полиморфизма (PIC) являются основными параметрами, используемыми при оценке информативности генетических маркеров. Исходя из вышеобозначенного, в нашей работе произведен расчет указанных параметров и других сопутствующих величин. Величина наблюдаемой (observed) гетерозиготности (Hobs) по локусу гена *GH* составила 0,3; гена *GDF9*-0,2. Значение ожидаемой (expected) гетерозиготности (Hex), обладающей меньшей чувствительностью к размеру выборки по локусам генов

соматотропина и дифференциального фактора роста составила 0,7 и 0,8 соответственно.

Для оценки генетического разнообразия также используются такие показатели как степень гомозиготности (Ca) и уровень полиморфности локусов (Na). В наших исследованиях по локусу *GH* степень гомозиготности характеризовалась средней, а по локусу *GDF9* – высокой величиной. При этом наиболее высокий показатель уровня полиморфности Na выявлен по локусу *GH* (1,6), среднее его значение по локусу гена *GDF9*, составившее 1,27. Аналогичная картина наблюдается по коэффициенту степени генетической изменчивости (V), более высокие показатели получены по локусу *GH* – 41,7%, против 12% – по локусу *GDF9*. Тест гетерозиготности показал, что животные анализируемой популяции отличаются недостатком гетерозигот как

Таблица 1

Частота встречаемости аллелей и генотипов генов *GH*, *GDF9* у овец породы маньчский меринос

The frequency of occurrence of alleles and genotypes of the *GH*, *GDF9* genes in sheep of the Manych Merino breed

Ген	Генотип	Частота встречаемости	
		генотипов, %	аллелей
GH	GH ^{AA}	59,4	GH ^A – 0,75 GH ^B – 0,25
	GH ^{BB}	9,9	
	GH ^{AB}	30,7	
GDF9	GDF9 ^{AA}	3,3	GDF9 ^A - 0,12 GDF9 ^G - 0,88
	GDF9 ^{GG}	79,1	
	GDF9 ^{AG}	17,6	

Таблица 2

Показатели генетической структуры исследуемых животных

Indicators of the genetic structure of the studied animals

Показатель	GH (соматотропин)	GDF9 (дифференциальный фактор роста)
Количество гомозигот	63	75
Количество гетерозигот	28	16
Наблюдаемая (observed) гетерозиготность (Hobs)	0,3	0,2
Ожидаемая (expected) гетерозиготность (Hex)	0,7	0,8
Индекс фиксации (F _{is})	+0,84	+3,0
Степень гомозиготности (Ca), %	62,5	78,88
Уровень полиморфности (Na)	1,6	1,27
Степень генетической изменчивости (V), %	41,7	12,0
Тест гетерозиготности (TG)	–0,4Ф < T	–0,6Ф < T
Мера информационного полиморфизма (PIC)	0,38	0,21

по гену *GH* ($-0,4\Phi < T$), так и по гену *GDF9* ($-0,6\Phi < T$). Полученные результаты подтверждают и рассчитанный коэффициент эксцесса (*Fis*), свидетельствующий о недостатке или избытке фактически наблюдаемой гетерозиготности в сравнении с теоретической. Относительный дефицит гетерозигот по изучаемым генам у исследуемой популяции видно также из данных по коэффициенту эксцесса (*Fis*). Отмечено отклонение наблюдаемой гетерозиготности от ожидаемой с правосторонним эксцессом (+0,84; +3,0). Мера или величина информационного полиморфизма (*PIC*), как известно, определяется способностью генетического маркера устанавливать полиморфизм популяции в зависимости от числа, обнаруживаемых аллелей и распределения их частот. Расчет значения *PIC* для исследуемых маркеров, таких, как *GH*, *GDF9* составил 0,38; 0,21 соответственно.

Выводы. Полученные результаты исследований свидетельствуют о наличии полиморфизма генов гормона роста и дифференциального фактора роста у овец породы маньчжурский меринос. Установлено, что полиморфизм генов *GH* и *GDF9* представлен двумя аллелями А и В; А и G частота которых составила 0,75 и 0,25; 0,12 и 0,88 соответственно. Определены по три генотипа: АА, АВ и ВВ для гена *GH*; АА АG и GG – для гена *GDF9* с различной частотой встречаемости. Генетико-статистическим анализом установлено разное селекционное значение маркеров, что отражено в мере информационного полиморфизма для генов *GH* (0,38) и *GDF9* (0,21).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимова Н.И. Гематологический профиль, иммунная реактивность потомков от производителей импортной селекции / Н.И. Ефимова, В.В. Абонеев, Л.Н. Скорых, И.А. Копылов, Е.А. Киц // Ветеринарная патология. – 2014. – № 1 (47). – С. 66-71.
2. Селионова М.И. Геномная селекция в овцеводстве / М.И. Селионова, Л.Н. Скорых, И.О. Фомина, Н.С. Сафонова // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2017. – Т. 1. – № 10. – С. 275-280.
3. Ефимова Н.И. Повышение конкурентоспособности тонкорунных овец породы советский меринос / Н.И. Ефимова, Е.Н. Чернобай, С.Н. Шумаенко, Т.И. Антоненко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 7. – С. 104-109.
4. Селионова М.И. Исследование полиморфизма генов гормона роста, лептина у овец породы советский меринос / М.И. Селионова, Д.А. Ковалев, Л.Н. Скорых, Н.С. Сафонова, Н.И. Ефимова // Вестник АПК Ставрополя. – 2019. – № 3 (35). – С. 25-29.
5. Яцык О.А. Полиморфизм гена транскрипционного фактора MEF2B у мериносовых овец российских пород / О.А. Яцык, А.А. Каниболоцкая, А.Ю. Криворучко // Сельскохозяйственный журнал. – 2020. – № 5 (13). – С. 93-98.
6. Погодаев В.А. Полиморфизм генов кальпастина и соматотропина у овец калмыцкой курдючной породы и помесей (1/2 калмыцкая курдючная + 1/2 дорпер) / В.А. Погодаев, Л.В. Кононова, Б.К. Адучиев // Вестник Ульяновской

государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3 (47). – С. 141-145.

7. Омаров А.А. Мясная продуктивность, химический состав мышечной ткани молодняка создаваемого типа скороспелых овец в возрастном аспекте / А.А. Омаров, Л.Н. Скорых, Д.В. Коваленко // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2016. – Т. 2. – № 9. – С. 19-25.

8. Лушников В.П. Полиморфизм генов соматотропина (*GH*), кальпастина (*CAST*), дифференциального фактора роста (*GDF 9*) у овец татарстанской породы / В.П. Лушников, Т.О. Фетисова, М.И. Селионова, Л.Н. Чиждова, Е.С. Суржикова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2020. – № 1. – С. 2-4.

9. Ольховская Л.В. Биохимический полиморфизм в селекции коз / Л.В. Ольховская, В.В. Абонеев // Ставрополь, 2007. – 190 с.

10. Чесноков Ю.В. Оценка меры информационного полиморфизма генетического разнообразия / Ю.В. Чесноков, А.М. Артемьева // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – № 5. – С. 571-578.

REFERENCES

1. Efimova N.I. Hematological profile, immune reactivity of offspring from producers of imported selection / N.I. Efimova, V.V. Aboneev, L.N. Skorykh, I.A. Kopylov, E.A. Kits // Veterinary pathology. – 2014. – № 1 (47). – P. 66-71.
2. Selionova M.I. Genomic selection in sheep breeding / M.I. Selionova, L.N. Skorykh, I.O. Fominova, N.S. Safonova // Collection of scientific works of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding. – 2017. – Т. 1. – № 10. – P. 275-280.
3. Efimova N.I. Increasing the competitiveness of fine-wool sheep of the Soviet Merino breed / N.I. Efimova, E.N. Chernobay, S.N. Shumaenko, T.I. Antonenko // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2018. – № 7. – P. 104-109.
4. Selionova M.I. Study of polymorphism of growth hormone and leptin genes in Soviet Merino sheep / M.I. Selionova, D.A. Kovalev, L.N. Skorykh, N.S. Safonova, N.I. Efimova // Bulletin of the agro-industrial complex of Stavropol. – 2019. – № 3 (35). – P. 25-29.
5. Yatsyk O.A. MEF2B transcription factor gene polymorphism in Merino sheep of Russian breeds / O.A. Yatsyk, A.A. Kanibolotskaya, A.Yu. Krivoruchko // Agricultural journal. – 2020. – № 5 (13). – P. 93-98.
6. Pogodaev V.A. Polymorphism of calpastatin and somatotropin genes in sheep of the Kalmyk fat-tailed breed and cross-breeds (1/2 Kalmyk fat-tailed + 1/2 Dorper) / V.A. Pogodaev, L.V. Kononova, B.K. Aduchiev // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. – 2019. – № 3 (47). – P. 141-145.
7. Omarov A.A. Meat productivity, chemical composition of the muscle tissue of young animals of the created type of early maturing sheep in the age aspect / A.A. Omarov, L.N. Skorykh, D.V. Kovalenko // Collection of scientific works of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding. – 2016. – Т. 2. – № 9. – P. 19-25.
8. Lushnikov V.P. Polymorphism of somatotropin (*GH*), calpastatin (*CAST*), differential growth factor (*GDF 9*) genes in sheep of the Tatarstan breed / V.P. Lushnikov, T.O. Fetisova, M.I. Selionova, L.N. Chizhova E. S. Surzhikova // Sheep, goats, woolen business. – 2020. – № 1. – P. 2-4.

9. Olkhovskaya L.V. Biochemical polymorphism in goat breeding / L.V. Olkhovskaya, V.V. Aboneev // Stavropol, 2007. – 190 p.

10. Chesnokov Yu.V. Assessment of the measure of informational polymorphism of genetic diversity / Yu.V. Chesnokov, A.M. Artemyeva // Agricultural biology. – 2015. – № 5. – P. 571-578.

Скорых Лариса Николаевна, доктор биол. наук, доцент, гл. науч. сотрудник отдела овцеводства и козоводства ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный

научный аграрный центр», 356241, Ставропольский край, Шпаковский район, г. Михайловск, ул. Никонова, д. 49. e-mail: smu.sniizhk@yandex.ru; тел.: (8652) 71-81-55; **Суховеева Ангелина Владимировна**, аспирант лаборатории геномной селекции и репродуктивной криобиологии в животноводстве, e-mail: sukhovey1337@gmail.com; тел.: (8652) 71-81-55;

Суржикова Евгения Семёновна, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотрудник лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий, e-mail: immunogenetika@yandex.ru; тел.: (8652) 71-72-18.

УДК 636.32/.38.03

DOI: 10.26897/2074-0840-2022-2-25-27

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВВОДНОГО СКРЕЩИВАНИЯ ОВЕЦ ПОРОДЫ МАНЫЧСКИЙ МЕРИНОС С БАРАНАМИ АВСТРАЛИЙСКИЙ МЯСНОЙ МЕРИНОС

А.А. ОМАРОВ, С.С. БОБРЫШОВ, М.И. ЗАХАРИНА

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

THE EFFECTIVENESS OF INTRODUCTORY CROSSING SHEEP OF THE MANYCH MERINO BREED WITH RAMS AUSTRALIAN MEAT MERINO

A.A. OMAROV, S.S. BOBRYSHOV, M.I. ZAKHARINA

Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center»

Аннотация. В статье приведены данные по продуктивному показателю овец породы манычский меринос и помесям с кровью баранов породы австралийский мясной меринос.

Ключевые слова: манычский меринос, австралийский мясной меринос, мясная продуктивность, шерстная продуктивность, тонина шерсти.

Summary. The article presents data on the productive indicators of sheep of the Manych merino breed and crossbreeds with the blood of rams of the Australian meat merino breed.

Keywords: manych merino, australian meat merino, meat productivity, wool productivity, wool thickness.

Опыт развития мирового овцеводства показывает, что во всех овцеводческих странах мира повышение эффективности и конкурентоспособности овцеводства связано с более полным использованием мясной продуктивности животных [1, 2, 3, 4].

Одним из путей повышения производства баранины является создание новых и совершенствование существующих пород овец, обладающих высокой мясной продуктивностью и скороспелостью [6].

Для повышения мясной продуктивности овец тонкорунных пород, наряду с улучшением кормовой базы, необходимо вести селекцию на повышение скороспелости, выраженности мясных форм, а также разумно использовать прогрессивные технологические приёмы при выращивании овец [7, 11].

Целью исследования являлось повышение продуктивных показателей овец породы манычский меринос

методом прилития крови баранов породы австралийский мясной меринос.

Материал и методы исследований. В СПК племязавод «Россия» Апанасенковского района Ставропольского края были завезены 2 барана породы австралийский мясной меринос, которые использовались в воспроизводстве стада в течение нескольких лет для повышения продуктивности овец породы манычский меринос.

Живая масса определялась с точностью до 0,1 кг по каждой половозрастной группе. Показатели шерстной продуктивности изучали во время весенней стрижки овец (настриг мытой и невымытой шерсти, процент выхода мытой шерсти).

Результаты исследований. В современных экономических условиях мясная продуктивность играет важную роль в эффективности разведения овец. В частности, большое внимание уделяется повышению живой массы животных.

Показатели живой массы овец породы манычский меринос представлены в таблице 1.

Из данных таблицы видно, что средняя живая масса баранов-производителей за анализируемый период практически не изменилась; баранов-пробников возросла на 9,5 кг или на 12,2%; ремонтных баранчиков – на 3,5 кг или 7,1%; овцематок – на 1,0 кг или на 2,3%; ярок – на 1,0 кг или 2,4%.

Использование баранов-производителей австралийской селекции в воспроизводстве стада благоприятно повлияло на мясную продуктивность животных практически всех половозрастных групп, за исключением основных баранов, где замечено небольшое её снижение (на 0,5 кг или 0,6%).