

Оригинальная статья / Original article

УДК 636.32/.38

DOI: 10.18470/1992-1098-2021-2-39-44

## Полиморфизм генов *CAST*, *GH*, *GDF9* овец дагестанской горной породы

Алимсолтан А. Оздемиров<sup>1</sup>, Людмила Н. Чинова<sup>2</sup>, Абдусалам А. Хожиков<sup>1</sup>,Евгения С. Суржикова<sup>2</sup>, Гасан Д. Догеев<sup>1</sup>, Сулейман Ш. Абдулмагомедов<sup>1</sup><sup>1</sup>Федеральный аграрный научный центр, Махачкала, Россия<sup>2</sup>Северо-Кавказский Федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

### Контактное лицо

Людмила Н. Чинова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»; 356241, Россия, г. Михайловск, ул. Никитина, 49.

Тел. +78652717218

Email [immunogenetika@yandex.ru](mailto:immunogenetika@yandex.ru)ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4029-0482>

### Формат цитирования

Оздемиров А.А., Чинова Л.Н., Хожиков А.А., Суржикова Е.С., Догеев Г.Д., Абдулмагомедов С.Ш. Полиморфизм генов *CAST*, *GH*, *GDF9* овец дагестанской горной породы // Юг России: экология, развитие. 2021. Т.16, N 2. С. 39-44. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-2-39-44

Получена 20 мая 2020 г.

Прошла рецензирование 7 сентября 2020 г.

Принята 21 сентября 2020 г.

### Резюме

**Цель.** Изучение полиморфизма генов кальпастина – *CAST*, соматотропина – *GH*, дифференциального фактора роста – *GDF9* овец дагестанской горной породы.

**Материал и методы.** Исследования по генетическому типированию овец дагестанской горной породы по генам *CAST*, *GH*, *GDF9* проводились в условиях хозяйств отгонного животноводства по Республике Дагестан, лаборатории Генетики и селекции ФГБНУ «ФАНЦ РД», аккредитованной лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий ВНИИОК-филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» методом ПЦР-ПДРФ (полимерно-цепная реакция – полиморфизм длин рестрикционных фрагментов) на четырехканальном программируемом термоблокере «Терцик» фирмы «ДНК-технология» (Россия) с использованием специфических праймеров, синтезированных в научно-производственной лаборатории «СИНТОЛ» (Москва).

**Результаты.** Проведением ПЦР-ПДРФ выявлены породоспецифические аллели с разной частотой встречаемости, составившей: в локусе гена *CAST* – аллеля *CAST<sup>N</sup>* – 0,03; аллеля *CAST<sup>M</sup>* – 0,97; в локусе гена *GH* – аллеля *GH<sup>A</sup>* – 100,0, аллеля *GH<sup>B</sup>* – 0; в локусе гена *GDF9* – аллеля *GDF9<sup>A</sup>* – 0,25, аллеля *GDF9<sup>G</sup>* – 0,75, что обусловило частоту встречаемости гомо-, гетерозиготных генотипов: *CAST<sup>NN</sup>*, *CAST<sup>MM</sup>* и *CAST<sup>NM</sup>* – 93,0; 0 и 7,0%; *GH<sup>AA</sup>*, *GH<sup>BB</sup>* и *GH<sup>AB</sup>* – 100,0 и 0%; *GDF9<sup>AA</sup>*, *GDF9<sup>GG</sup>* и *GDF9<sup>AG</sup>* – 16,0, 66,0 и 19,0% соответственно.

**Заключение.** Выявленная закономерность может рассматриваться как экологический фактор, оптимизирующий адаптивно-приспособительные функции организма овец, с одной стороны, эволюционно-селекционный процесс, способствующий созданию в популяции специфического, уклада генетических структур, с другой. Делается предположение, что полученная информация может служить началом более углубленного изучения уникального генофонда овец дагестанской горной породы для дальнейшего ее совершенствования. Предложены варианты генетических маркерных профилей родительских пар для накопления в племенных стадах, разводимых в разных эколого-географических зонах, генотипов носителей селекционно-значимых генетических структур.

### Ключевые слова

Эколого-географические факторы, адаптация, полиморфизм, гены *CAST*, *GH*, *GDF9*, генетическая изменчивость, овцы.

# Polymorphism of genes CAST, GH, GDF9 of sheep of the Dagestan mountain breed

Alimsoltan A. Ozdemirov<sup>1</sup>, Lyudmila N. Chizhova<sup>2</sup>, Abdusalam A. Khozhokov<sup>1</sup>, Evgeniya S. Surzhikova<sup>2</sup>, Gasan D. Dogeev<sup>1</sup> and Suleiman Sh. Abdulmagomedov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal Agricultural Research Centre of the Republic of Dagestan, Makhachkala, Russia

<sup>2</sup>North Caucasus Federal Agricultural Research Centre, Mikhailovsk, Russia

## Principal contact

Lyudmila N. Chizhova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor and Chief Researcher, Laboratory of Immunogenetics and DNA Technologies, North Caucasus Federal Agricultural Research Centre; 49 Nikonova St, Mikhailovsk, Russia 356241.

Tel. +78652717218

Email [immunogenetika@yandex.ru](mailto:immunogenetika@yandex.ru)

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4029-0482>

## How to cite this article

Ozdemirov A.A., Chizhova L.N., Khozhokov A.A., Surzhikova E.S., Dogeev G.D., Abdulmagomedov S.Sh. Polymorphism of genes CAST, GH, GDF9 of sheep of the Dagestan mountain breed. *South of Russia: ecology, development*. 2021, vol. 16, no. 2, pp. 39-44. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2021-2-39-44

Received 20 May 2020

Revised 7 September 2020

Accepted 21 September 2020

## Abstract

**Aim.** To study the polymorphism of the genes calpastatin (CAST), somatotropin (GH) and differential growth factor (GDF9) of sheep of the Dagestan mountain breed.

**Material and Methods.** Studies on the genetic typing of Dagestan mountain sheep according to CAST, GH and GDF9 genes were carried out in conditions of distant pasture farming in the Republic of Dagestan by the Genetics and Breeding Laboratory of the Federal Agrarian Scientific Centre of the Republic of Dagestan, an accredited laboratory of immunogenetics and DNA technologies of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding and a branch of the North Caucasus Federal Scientific Agrarian Centre. These investigations were undertaken by the PCR-RFLP method (polymyrase chain reaction – restriction fragment length polymorphism) on a Tersik four-channel programmable thermal cycler from DNA-Technologia (Russia) using specific primers synthesized in the SYNTHOL research and production laboratory (Moscow).

**Results.** Carrying out PCR-RFLP revealed breed-specific alleles with different frequency of occurrence, which was: in the locus of the CAST gene – allele CAST<sup>N</sup> – 0.03; allele CAST<sup>M</sup> – 0.97; at the GH gene locus – GH<sup>A</sup> allele – 100.0, GH<sup>B</sup> allele – 0; in the locus of the GDF9 gene – the GDF9<sup>A</sup> allele – 0.25, the GDF9<sup>G</sup> allele – 0.75, which determined the frequency of occurrence of the homo- and heterozygous genotypes: CAST<sup>NN</sup>, CAST<sup>MM</sup> and CAST<sup>NM</sup> – 93.0; 0 and 7.0%; GH<sup>AA</sup>, GH<sup>BB</sup> and GH<sup>AB</sup> – 100.0 and 0%; GDF9<sup>AA</sup>, GDF9<sup>GG</sup> and GDF9<sup>AG</sup> – 16.0, 66.0 and 19.0%, respectively.

**Conclusion.** The regularity revealed can be considered as an ecological factor that optimizes the adaptive functions of the sheep's organism, on the one hand, an evolutionary selection process that contributes to the creation of a specific way of genetic structures in the population, on the other. The assumption is made that the information obtained can serve as the beginning of a more in-depth study of the unique gene pool of sheep of the Dagestan rock breed for its further improvement. Variants of genetic marker profiles of parental pairs are proposed for accumulation in breeding herds bred in different ecological-geographical zones and genotypes of carriers of selection-significant genetic structures.

## Key Words

Ecological and geographical factors, adaptation, polymorphism, CAST, GH, GDF9 genes, genetic variability, sheep.

**ВВЕДЕНИЕ**

Овцеводство, как одно из древнейших специализированных направлений сельского хозяйства, является лидером по разнообразию производимой продукции, обеспечивающей сырьём целый ряд отраслей перерабатывающей промышленности, а для таких регионов, как Северный Кавказ – основным источником питания, обихода, а также участвует в исполнении этнических обрядов [1; 2].

Все овцеголовье (75,0%) с началом весны каждый год перегоняется на летние высокогорные пастбища. Животные, находясь более двух месяцев в пути, преодолевают большие расстояния (200-350 км в один конец), пересекают разные эколого-географические пояса, различающиеся по природно-климатическим, экологическим характеристикам [3].

Крепкий костяк, твердость копытного рога позволяют поголовью комфортно чувствовать себя при отгонно-пастбищном содержании, имея при этом высокое качество руна с белой, густой, мягкой тонкой (20-25 микрон) шерстью с выходом чистого волокна – 50,0%. Убойный выход мяса (баранчики в 7-8 мес.) достигает 48,0%. Кроме того, овцам исследуемой породы свойственно молоко с повышенной концентрацией жира (7,0-8,0%) и белка, позволяющее изготавливать высококачественную сырную продукцию. Примечательно то, что плодовитость маток составляет в среднем 125,0% ягнят с ежедневным привесом 250 грамм, вес которых к 6-ти месячному возрасту составляет 30,0-35,0 кг. Овцы этой породы пользуются широким спросом у населения [4].

В настоящее время, из-за ряда причин, в основном экономических, происходит снижение рентабельности развития овцеводческой отрасли, как в РФ, так и в республике, приводящей к утрате многих локальных местных пород, а также потере генетического разнообразия [5-7]. Поэтому особую актуальность приобретает сохранение имеющегося

генофонда отечественных пород с одной стороны, их генетическое совершенствование, с другой [8-10].

Поскольку мерой генетической изменчивости популяции является полиморфизм, в основе которого лежат такие биологические фундаментальные процессы как адаптация, эволюция, непосредственно связанные с селекционными процессами, и, позволяющие определить механизмы приспособления к условиям среды обитания и, на основании этого, сделать возможным целенаправленные селекционные воздействия [11], то целью настоящего исследования стало изучение полиморфизма генов кальпастина – *CAST*, соматотропина – *GH*, дифференциального фактора роста – *GDF9* овец дагестанской горной породы, разводимой в Республике Дагестан.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Исследования генетического типирования овец дагестанской горной породы по генам *CAST*, *GH*, *GDF9* проводились в условиях хозяйств отгонного животноводства по Республике Дагестан, лаборатории Генетики и селекции ФГБУ «ФАНЦ РД», аккредитованной лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий ВНИИОК-филиал ФГБУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» методом ПЦР-ПДРФ (полимеразно-цепная реакция – полиморфизм длин рестрикционных фрагментов) на четырехканальном программируемом термоблокере «Терцик» фирмы «ДНК-технология» (Россия) с использованием специфических праймеров, синтезированных в научно-производственной лаборатории «СИНТОЛ» (Москва) [12] (табл. 1).

В качестве биоматериала была использована ДНК овец дагестанской горной породы с использованием наборов для выделения ДНК «*Diatom<sup>tm</sup>DNAPrep100*» по методике, которая была представлена изготовителем (IsoGeneLab, Москва). В целях ПЦР диагностики использовались комплексы наборов «*GenePakPCRCore*», (IsoGeneLab, Москва).

**Таблица 1.** Характеристика аллельных вариантов**Table 1.** Characterization of allelic variants

Ген Gene	Нуклеотидные последовательности Nucleotide Sequences	Т°С, отжига T°C annealing	Амплифик, (п.н.) Amplificati, (p.n.)	Эндонук-леаза Endonuclease	Генотипы Genotypes
<b>CAST</b>	F:5'-tggggcccaatgacgccatcgatg -3' R:5'-gggtggagcacttctgatcacc -3'	62	422	MspI	MM/MN/NN
<b>GH</b>	F:5'-ggaggcaggaaggatgaa -3' R:5'-ccaaggaggagagacaga -3'	60	277	HaeIII	AA/AB/BB
<b>GDF9</b>	F:5'- gaagactggtatggggaatg-3' R:5'-ccaatctgctctacacacct -3'	63	462	BstHH1	AA/AG/GG

В агарозном геле (2,0-4,0%), длина и значение фрагментов рестрикции, в присутствии 10,0 мкл 10,0% бромистого этидия, определялось методом геле-электрофореза при УФ-свете.

**ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Результаты и анализ ПЦР диагностики показывает то, что полиморфизм гена *CAST* представлен аллелью *CAST<sup>N</sup>* с очень низкой (0,03) и аллелью *CAST<sup>M</sup>* высокой

(0,97) частотой встречаемости. Полученные данные стали основой для высокой (93,0%) частоты встречаемости гомозиготного генотипа *CAST<sup>MM</sup>*, и не обнаружения аналога – *CAST<sup>NN</sup>*. При этом частота встречаемости генотипа *CAST<sup>MN</sup>* имела показатель – 7,0% (табл. 2).

Характерной особенностью изучаемой популяции овец стало отсутствие полиморфизма гена *GH*. Присутствие аллеля *GH<sup>A</sup>* (100,0) при полном

отсутствии (0) аллеля  $GH^B$  создало ситуацию

0,25; 18,0; 16,0 и 66,0% соответственно, характерны для полиморфизма гена  $GDF9$ .

Такие аллели как  $GDF9^G$ ,  $GDF9^A$  и генотипы  $GDF9^{AA}$ ,  $GDF9^{AG}$  и  $GDF9^{GG}$  с разной частотой встречаемости: 0,75;

**Таблица 2.** Особенности аллельного профиля некоторых генов у овец дагестанской горной породы

**Table 2.** Features of the allelic profile of some genes in sheep of the Dagestan mountain breed

Ген-маркер Gene marker	Генотип Genotype	n n	Частота встречаемости Frequency of occurrence	
			генотипа, % genotype, %	аллеля allele
CAST	MM	41	93,0	M 0,97±0,03 N 0,03±0,02
	NN*	0	0	
	MN	3	7,0	
GH	AA	44	100,0	A 1,0 B 0
	BB*	0	0	
	AB	0	0	
GDF9	AA*	7	16,0	A 0,25±0,04 G 0,75±0,05
	GG	29	66,0	
	AG	8	18,0	

Примечание: ген кальпастанин ( $CAST^{NN}$ ) – контролирует качество мяса; гормон роста ( $GH^{BB}$ ) и ген дифференциальный фактор роста ( $GDF9^{AA}$ ) – контролирует рост, развитие, мясную продуктивность.

Note: gene calpastatin ( $CAST^{NN}$ ) – controls the quality of meat; growth hormone ( $GH^{BB}$ ) and differential growth factor gene ( $GDF9^{AA}$ ) – controls growth, development, meat productivity.

Проведенный анализ, в сравнительном аспекте, генетической структуры подопытной популяции овец, выявляет достаточно большую степень гомозиготности (Ca) гена  $GH$  и гена  $CAST$ , составившей 100,0% – в локусе гена  $GH$  и 94,2% – в локусе гена  $CAST$ . Такие факторы как невысокое количество желательных аллелей (Na),

незначительное количество, или полное отсутствие гетерозигот в локусах генов  $GH$  и  $CAST$ , уровней ожидаемой (Hex) и наблюдаемой (Hobs) гетерозиготности, низкие показатели генетической изменчивости (V), говорят о нарушении генетического равновесия (табл. 3).

**Таблица 3.** Особенности генетической структуры овец дагестанской горной породы

**Table 3.** Features of the genetic structure of sheep of the Dagestan mountain breed

Ген / Gene	Показатель / Indicator					
	Ca, %	Na	V, %	Hobs	Hex	ТГ
CAST	94,2	1,06	3,8	0,073	0,062	+0,011 Ф>Т
GH	100,0	0	0	0	0	-0,11 Ф<Т
GDF9	62,5	1,60	35,5	0,222	0,601	-0,379 Ф<Т

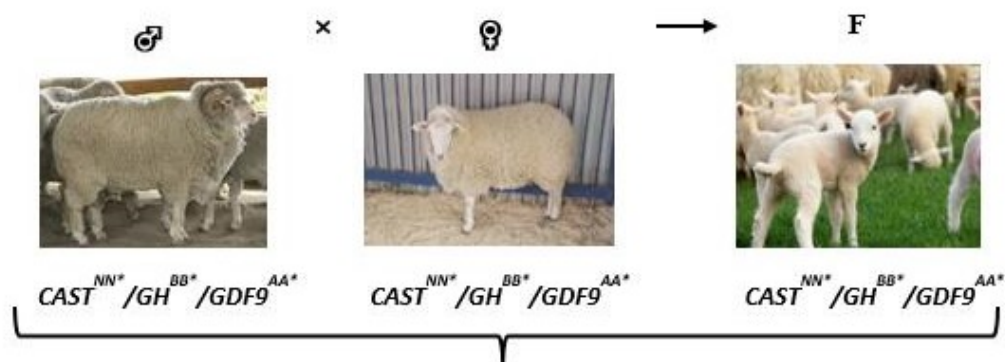
Относительно гена  $GDF9$ , можно наблюдать степень его гомозиготности (Ca), в пределах 62,5%, число эффективно-действующих аллелей (Na) – 1,60, уровни генетической изменчивости (V) – 35,5, наблюдаемой (Hobs) и теоретически ожидаемой (Hex) гетерозиготности – 0,222 и 0,601.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты генотипирования, их анализ свидетельствуют о неоднозначности распределения аллельного профиля в локусах изучаемых генов. Минимальная (0,03) частота встречаемости аллели  $CAST^N$ , и высокой (0,97) аллели  $CAST^M$ , способствовало отсутствию в исследуемой популяции овец гомозиготного  $CAST^{NN}$  генотипа, что отразилось на величине таких генетических констант, как количество желательных аллелей (Na), степени генетической изменчивости (V, %), уровне теоретически ожидаемой (Hex) и наблюдаемой (Hobs) гетерозиготности.

Нулевые значения таких констант как (Na), (V, %), (Hobs), (Hex) и абсолютная (100%) степень гомозиготности (Ca), в локусе гена  $GH$  создает неблагоприятную ситуацию, так как элиминация (потеря) аллелей влечет за собой сокращение резерва генетической изменчивости, сужение генетического разнообразия, что может привести к потере адаптивных качеств популяции.

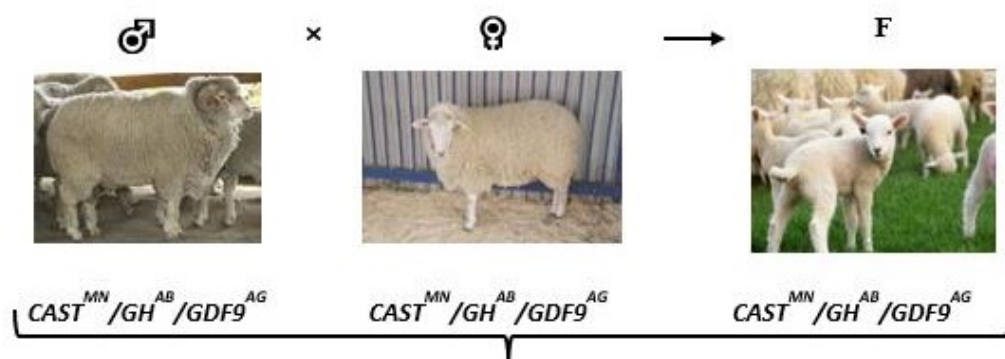
Полученную информацию можно рассматривать как экологический фактор, оптимизирующий адаптивно-приспособительные функции организма овец, с одной стороны, эволюционно-селекционный процесс, способствующий созданию в популяции специфического, уклада генетических структур, с другой. Численность животных с желательным набором генетических структур может быть увеличена путем целенаправленного подбора родительских пар. Вероятность проявления фенотипических признаков того или иного гена может быть достигнута в том случае, если: (вариант 1) / if: (variant 1)



**№ 1.** Желательные генокомплексы (гомозиготный вариант) – полная пенетратность, то есть 100% частота и вероятность фенотипического проявления гена

**№ 1.** Desirable gene complexes (homozygous variant) – Full penetration, that is, 100% frequency and probability of phenotypic manifestation of the gene

если: (вариант 2) / if: (variant 2)



**№ 2.** Желательные генокомплексы (гетерозиготный вариант) – 75-50% пенетратность

**№ 2.** Desirable gene complexes (heterozygous variant) – 75-50% penetration

Мы полагаем, что полученная информация и предложенные варианты генетического маркерного профиля родительского подбора, могут служить началом более углубленного изучения уникального генофонда овец дагестанской горной породы для дальнейшего его совершенствования с учетом эколого-географических зон разведения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Столповский Ю.А., Захаров-Гезехус И.А. Проблема сохранения генофондов domesticированных животных // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т. 21. N 4. С. 477-486. DOI: 10.18699/VJ17.266
2. Римиханов Н.И., Хожиков А.А., Алилов М.М., Абакаров А.А., Магомедов Ш.М. Состояние и перспективы развития овцеводства в Республике Дагестан // Овцы, козы, шерстное дело. 2018. N 1. С. 5-6.
3. Мусалаев Х.Х., Абдуллабеков Р.А. Разработка селекционных приемов совершенствования мериносового типа овец для разведения в предгорной провинции Дагестана // Горное сельское хозяйство. 2018. N 3. С. 145-148.
4. Оздемиров А.А. Из истории создания Дагестанской горной породы овец (обзор) // Главный зоотехник. 2019. N 12. С.10-15.
5. Хожиков А.А., Абакаров А.А., Магомедов Ш.М. Межпородное скрещивание и мясная продуктивность овец в горно-отгонном овцеводстве // Материалы международной конференции «Основные направления развития науки и образования в АПК», Махачкала, 2018. С. 278-281.
6. Магомедов Ш.М. Резервы улучшения качества продукции овцеводства // Горное сельское хозяйство. 2018. N 3. С. 151-154.
7. Магомедов Ш.М., Садыков М.М. Молодая баранина – резерв увеличения продукции овцеводства // Проблемы развития АПК региона. 2018. N 2. С. 132-134. DOI: 10.15217/issn2079-0996.2018.2.132
8. Azari M.A., Dehnavi E., Yousefi S., Shahmohamadi L. Polymorphism of Calpastatin, Calpain and myostatin genes in native Dalagh sheep in Iran // Slovak Journal of Animal Science. 2012. Vol. 45. N 1. P. 111-116.
9. Suleman M., Khan S.U., Riaz M.N., Yousaf M., Shah A., Ishaq R., Abdul ghafoor Calpastatin (CAST) gene polymorphism in Kajli, Lohi and Thalli sheep breeds // African J. Biotechnol. 2012. V. 11. N 47. P. 10655-10660. DOI: 10.5897/AJB11.2478



10. Колосов Ю.А., Кобыляцкий П.С., Широкова Н.В., Гетманцева Л.В., Бакоев Н.Ф. Биотехнологические методы изучения полиморфизма гена гормона роста // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. N 2 (42). С. 82-86.
11. Hajihosseini A., Semsarnejad A., Abolow E., Hashrafi F., Negahdary M. Effect of GH gene polymorphisms on biometric traits in Makooeish sheep // Annals of Biological Research. 2013. V. 4. Iss. 6. P. 351-355.
12. Ozdemirov A.A., Seliyona M.I., Chizhova L.N., Khozhokov A.A., Surzhikova E.S., Ramazanova D.M. Полиморфизм генов PIT-1, PRL, GH молочного скота кавказской бурой породы, разводимого в различных природно-экологических зонах Республики Дагестан // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15. N 2. С. 165-171. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-2-165-171

## REFERENCES

1. Stolpovskiy Yu.A., Zakharov-Gezekhus I.A. The problem of conservation of gene pools of domesticated animals. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2017, vol. 21, no. 4, pp. 477-486. DOI: 10.18699/VJ17.266 (In Russian)
2. Rimikhanov N.I., Khozhokov A.A., Alilov M.M., Abakarov A.A., Magomedov Sh.M. State and prospects for the development of sheep breeding in the Republic of Dagestan. *Ovtsy, kozy, sherstnoe delo* [Sheep, goats, wool business]. 2018, no. 1, pp. 5-6. (In Russian)
3. Musalaev H.H., Abdullabekov R.A. Development of selection methods for improving the merino type of sheep for breeding in the foothill province of Dagestan. *Gornoe sel'skoe khozyaistvo* [Mining agriculture]. 2018, no. 3, pp. 145-148. (In Russian)
4. Ozdemirov A.A. From the history of Dagestan mountains breed of sheep (review). *Glavnyi zootekhnik* [Chief zootechnician]. 2019, no. 12, pp. 10-15. (In Russian)
5. Khozhokov A.A., Abakarov A.A., Magomedov Sh.M. Mezhpородное skreshchivanie i myasnaya produktivnost' ovets v gorno-otgonnom ovtsevodstve [Crossbreeding and meat productivity of sheep in mountain-distant sheep breeding]. *Materialy mezhdunarodnoi konferentsii*

- «Osnovnye napravleniya razvitiya nauki i obrazovaniya v APK», *Makhachkala*, 2018 [Materials of the international conference "The main directions of development of science and education in the agro-industrial complex", Makhachkala, 2018], pp. 278-281. (In Russian)
6. Magomedov Sh.M. Young laver reserve increase in the production of provisions. *Gornoe sel'skoe khozyaistvo* [Mining agriculture]. 2018, no. 3, pp. 151-154. (In Russian)
7. Magomedov Sh.M., Sadykov M.M. Young mutton – a reserve for increasing the production of sheep. *Problems of development of the agro-industrial complex of the region*, 2018, no. 2, pp. 132-134. (Russian) DOI: 10.15217/issn2079-0996.2018.2.132
8. Azari M.A., Dehnavi E., Yousefi S., Shahmohamadi L. Polymorphism of Calpastatin, Calpain and myostatin genes in native Dalagh sheep in Iran. *Slovak Journal of Animal Science*. 2012, vol. 45, no. 1, pp. 111-116.
9. Suleman M., Khan S.U., Riaz M.N., Yousaf M., Shah A., Ishaq R., Abdul ghafoor Calpastatin (CAST) gene polymorphism in Kajli, Lohi and Thalli sheep breeds. *Afrikan J. Biotechnol.*, 2012, vol. 11, no. 47, pp. 10655-10660. DOI: 10.5897/AJB11.2478
10. Kolosov A.Yu., Kobylazki P.S., Shirokova N.V., Getmanceva L.V., Bakoyev N.F. Biotechnological methods of study of growth hormone gene polymorphism. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik* [Far Eastern Agrarian Bulletin]. 2017, no. 2 (42), pp. 82-86. (In Russian)
11. Hajihosseini A., Semsarnejad A., Abolow E., Hashrafi F., Negahdary M. Effect of GH gene polymorphisms on biometric traits in Makooeish sheep. *Annals of Biological Research*. 2013, vol. 4, iss. 6, pp. 351-355.
12. Ozdemirov A.A., Selionova M.I., Chizhova L.N., Khozhokov A.A., Surzhikova E.S., Ramazanova D.M. Polymorphism of PIT-1, PRL and GH genes in dairy cattle of the Caucasian Brown breed bred in various natural ecological zones of the Republic of Dagestan, Russia. *South of Russia: ecology, development*, 2020, vol. 15, no. 2, pp. 165-171. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-2-165-171

## КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Абдусалам А. Хожиков и Сулейман Ш. Абдулмагомедов отобрали биоматериал для исследований. Алимсолтан А. Оздемиров, Гасан Д. Догеев, Людмила Н. Чижова и Евгения С. Суржилова провели ДНК-исследования и проанализировали данные. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## AUTHOR CONTRIBUTIONS

Abdusalam A. Khozhokov and Suleiman Sh. Abdulmagomedov selected biomaterial for research. Alimsoltan A. Ozdemirov, Gasan D. Dogeev, Lyudmila N. Chizhova and Evgeniya S. Surzhikova conducted DNA research and analysed the data. All authors are equally responsible for plagiarism, self-plagiarism or other ethical transgressions.

## NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

## ORCID

Алимсолтан А. Оздемиров / Alimsoltan A. Ozdemirov <https://orcid.org/0000-0003-2150-2192>

Людмила Н. Чижова / Lyudmila N. Chizhova <https://orcid.org/0000-0002-4029-0482>

Абдусалам А. Хожиков / Abdusalam A. Khozhokov <https://orcid.org/0000-0002-7303-0222>

Евгения С. Суржилова / Evgeniya S. Surzhikova <https://orcid.org/0000-0002-3955-0902>

Гасан Д. Догеев / Gasan D. Dogeev <https://orcid.org/0000-0002-5171-974X>

Сулейман Ш. Абдулмагомедов / Suleiman Sh. Abdulmagomedov <https://orcid.org/0000-0001-9162-5062>