

**ДНК-тестирование аллельного полиморфизма генов *IGF-1*, *GDF5*, *GH*, *GHR*
у молодняка мясного скота**

**Закир Камилович Гаджиев, Евгения Семёновна Суржикова, Дарья Дмитриевна Евлагина,
Александр Иванович Суров, Светлана Николаевна Шумаенко**

ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», Ставропольский край, г. Михайловск, Россия,

e-mail: immunogenetika@yandex.ru

Аннотация. Разработка и совершенствование методологий, позволяющих оценить особенности генофонда отечественных, а также локальных пород сельскохозяйственных животных по селекционно-значимым признакам, для ассоциативных исследований имеет как фундаментальное, так и прикладное значение. Для проведения селекционно-племенной работы с крупным рогатым скотом на повышение мясной продуктивности племенным и товарным хозяйствам целесообразно рассматривать ДНК-генотипирование как дополнительный критерий при разведении и отборе животных. В данном исследовании с помощью анализа ПЦР-ПДРФ была определена частота встречаемости аллельного спектра генов: инсулиноподобного фактора роста-1 (*IGF-1*), дифференцирующего фактора роста (*GDF5*), соматотропина (*GH* – гормон роста), рецептора гормона роста (*GHR*). Работа проводилась с целью изучения породных и популяционных особенностей ремонтного молодняка крупного рогатого скота разных пород (герефордская и казахская белоголовая), разводимых в хозяйствах Ставропольского края. В ходе исследования были выявлены комплексные генотипы, аллельный профиль которых представлен восемью и семью желательными аллелями четырех генов у ремонтного молодняка казахской белоголовой породы и шестью маркерными аллелями трех и четырех генов в герефордской породе. Также было отмечено, что тест гетерозиготности в двух изучаемых выборках животных по всем генам был отрицательным и варьировался от –0,10 до –0,44.

Ключевые слова: полиморфизм; генотип; порода; крупный рогатый скот; герефордская порода; казахская белоголовая порода; генокомплексы.

Для цитирования: Гаджиев З. К., Суржикова Е. С., Евлагина Д. Д., Суров А. И., Шумаенко С. Н. ДНК-тестирование аллельного полиморфизма генов *IGF-1*, *GDF5*, *GH*, *GHR* у молодняка мясного скота // Аграрный научный журнал. 2023. № 9. С. 82–87. [http: 10.28983/asj.y2023i9pp82-87](http://10.28983/asj.y2023i9pp82-87).

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

**DNA testing of allelic polymorphism of *IGF-1*, *GDF 5*, *GH*, *GHR*
genes in young beef cattle**

Zakir K. Gadzhiev, Evgeniya S. Surzhikova, Darya D. Evlagina, Alexander I. Surov, Svetlana N. Shumaenko

Federal State Budgetary Scientific Institution "North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center", Stavropol Territory, Mikhailovsk, Russia, e-mail: immunogenetika@yandex.ru

Abstract. The development and improvement of methodologies that allow assessing the features of the gene pool of domestic, as well as local breeds, farm animals by breeding-significant characteristics for associative research is of both fundamental and applied importance. To carry out breeding work with cattle to increase meat productivity (breeding and commodity farms), it is advisable to consider DNA genotyping as an additional criterion for breeding and selection of animals. In this study, using PCR-PDRF analysis, the frequency of occurrence of the allele spectrum of genes was determined: insulin-like growth factor-1 (*IGF-1*), differentiating growth factor (*GDF5*), somatotropin (*GH* – growth hormone), growth hormone receptor (*GHR*), in order to study the breed and population characteristics of repair young cattle cattle of different breeds: Hereford and Kazakh white-headed, bred in farms of the Stavropol Territory. In the course of the study, complex genotypes were identified, the allelic profile of which is represented by eight and seven desirable alleles of four genes in replacement young animals of the Kazakh white-headed breed and six marker alleles of three and four genes in the Hereford breed. It was also noted that the heterozygosity test in the two studied samples of animals for all genes was negative and ranged from –0.10 to –0.44.





Keywords: polymorphism; genotype; breed; cattle; Kazakh white-head breed; hereford breed; gene complexes.

For citation: Gadzhiev Z. K., Surzhikova E. S., Evlagina D. D., Surov A. I., Shumaenko S. N. DNA testing of allelic polymorphism of *IGF-1*, *GDF 5*, *GH*, *GHR* genes in young beef cattle. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(9):82–87. (In Russ.). <http://10.28983/asj.y2023i9pp82-87>.

Введение. В настоящее время оценка животных традиционными методами, основанными на фенотипических и паратипических показателях родителей и потомков, не может являться залогом успешной селекции. Маркерная (геномная) селекция является многообещающей стратегией генетического улучшения животных мясного направления продуктивности [2, 8].

Отбор с использованием молекулярных маркеров (MAS) основан на идентификации маркерных генов, связанных с интересующими продуктивными признаками. Подход с использованием генов-маркеров позволяет идентифицировать однонуклеотидные полиморфизмы (SNP) в генах, которые могут вызывать вариации признака, основываясь на физиологических и продуктивных показателях [8, 9].

Качество мяса и состав туши являются наиболее экономически важными характеристиками в мясном скотоводстве. Признаки мясной продуктивности являются идеальными признаками-кандидатами для использования MAS. В связи с этим у мясного скота было зарегистрировано несколько локусов количественных признаков (QTL) и генов, влияющих на качество мяса [3, 4, 7, 10].

Генетическое разнообразие и аллельный полиморфизм генов необходимо учитывать при изучении характерных признаков линий для ускорения селекционного процесса. Это позволит установить перспективность применяемых методов селекции и использовать их при выведении предпочтительного типа животных. Поскольку генетическая информация о частоте встречаемости аллелей и генотипов для различных пород крупного рогатого скота, а также оценка ассоциаций полиморфизмов генов с хозяйственно важными признаками могут стать необходимым условием при реализации стратегий разведения крупного рогатого скота [1, 6].

Цель данного исследования заключалась в определении частоты встречаемости аллельного спектра генов (*IGF-1*, *GDF5*, *GH*, *GHR*) для изучения породных особенностей молодняка крупного рогатого скота мясного направления продуктивности.

Методика исследований. Материалом для исследования послужили образцы крови ремонтного молодняка крупного рогатого скота мясного направления продуктивности разных пород (герефордская и казахская белоголовая), разводимых в хозяйствах Ставропольского края.

На программируемом 4-канальном термоциклере «Терцик» согласно методическим рекомендациям с использованием специфических нуклеотидных последовательностей методом ПЦР-ПДРФ был определен полиморфизм генов: *IGF-1* – инсулиноподобного фактора роста, *GDF5* – дифференциального фактора роста, *GH* – гормона роста, *GHR* – рецептора гормона роста [5].

Результаты исследований. В исследуемых выборках ремонтного молодняка мясного скота герефордской и казахской белоголовой пород анализ данных аллельного спектра генов *IGF-1*, *GDF5*, *GH*, *GHR* показал неоднозначность распределения частоты встречаемости селекционно-значимых аллелей и генотипов.

В выборке молодняка герефордской породы по гену инсулиноподобный фактор роста (*IGF-1*) отмечали преобладание почти в 2,8 раза аллеля *IGF-1^B* (0,74) над аллелем *IGF-1^A* (0,26). У животных казахской белоголовой породы отмечали примерно равное распределение частоты встречаемости между аллелями *IGF-1^A* и *IGF-1^B*. Данная закономерность нашла отражение в распределении частоты встречаемости гомозиготных *IGF-1^{AA}*, *IGF-1^{BB}* и гетерозиготного *IGF-1^{AB}* вариантов генотипов. Они составили в выборке ремонтного молодняка герефордской породы 10,0; 58,0; 32,0 %, у сверстников казахской белоголовой породы – 22,0; 32,0; 46,0 % соответственно (табл. 1).

Следует отметить, что частота встречаемости аллеля *GDF5^C* (0,95) гена дифференциального фактора роста у ремонтного молодняка герефордской породы в 13,3 раза преобладала над селекционно-значимой аллелью *GDF5^T* (0,07). Отсюда закономерным являлось то, что больше (89,0 %) животных являлись носителями гомозиготного генотипа *GDF5^{CC}*. Однако в выборке казахской белоголовой породы отмечена обратная ситуация. Аллель *GDF5^T* (0,85) почти в 5,7 раза преобладала над аллелью *GDF5^C* (0,15), тем самым частота встречаемости желательного гомозиготного *GDF5^{TT}* генотипа составила 76,0 %. Частота встречаемости гетерозиготного

Частота встречаемости генотипов и аллелей по генам *IGF-1*, *GDF5*, *GH*, *GHR* у ремонтного молодняка мясного скота разных пород

Порода	Пока- затель частоты	Маркерные гены											
		IGF-1			GDF5			GH			GHR		
		Генотип/ Аллель											
		AA	BB	AB	CC	TT	CT	VV	LL	LV	YY	FF	YF
		A	B		C	T		V	L		Y	F	
Гере- форд- ская (n = 38)	аллелей	0,26± ±0,04	0,74± ±0,04		0,93± ±0,03	0,07± ±0,03		0,28± ±0,05	0,72± ±0,05		0,86± ±0,05	0,14± ±0,05	
	гено- типов, %	10,0	58,0	32,0	89,0	3,0	8,0	18,0	64,0	18,0	76,0	6,0	18,0
Каза- хская бело- голо- вая (n = 50)	аллелей	0,45± ±0,05	0,55± ±0,05		0,15± ±0,04	0,85± ±0,04		0,34± ±0,05	0,66± ±0,05		0,45± ±0,05	0,55± ±0,05	
	гено- типов, %	22,0	32,0	46,0	6,0	76,0	18,0	14,0	46,0	40,0	26,0	36,0	38,0

GDF5^{CT} генотипа (18,0 %) была в 3 раза выше, чем у животных-носителей гомозиготного *GDF5*^{CC} генотипа, составив всего лишь 6,0 %.

У исследуемого молодняка герефордской породы отмечено одинаковое количество животных, имеющих варианты гомозиготного *GH*^{VV} и гетерозиготного *GH*^{LV} генотипов. Так, частота встречаемости данных генотипов была одинаковой – по 18,0 %. В данной выборке животных большая часть (64,0 %) являлась носителем гомозиготного генотипа *GH*^{LL}, поскольку частота встречаемости аллеля *GH*^L составила 0,72, что в 2,6 раза больше чем у аллеля *GH*^V. Аналогичная ситуация наблюдалась у животных казахской белоголовой породы. Аллель *GH*^L (0,66) преобладала над аллелью *GH*^V (0,34). Частота встречаемости животных носителей гомозиготного *GH*^{LL} и гетерозиготного *GH*^{LV} генотипов была практически одинаковая – 46,0 и 40,0 % соответственно, а гомозиготного *GH*^{VV} генотипа – 14,0 %.

Исследования по изучению полиморфизма гена рецептора гормона роста (*GHR*) показали, что в выборке животных герефордской породы почти в 6 раз преобладала аллель *GHR*^Y над аллелью *GHR*^F (0,14). Данная ситуация нашла отражение в распределении частоты встречаемости вариантов гомозиготных генотипов: *GHR*^{YY} – 76,0 %, *GHR*^{FF} – 6,0 %, а гетерозиготного *GHR*^{YF} – 18,0 %. В выборке ремонтного молодняка казахской белоголовой породы частота встречаемости аллеля *GHR*^Y составила 0,45, а *GHR*^F – 0,45. Отмечено почти одинаковое распределение частоты встречаемости между гомозиготным *GHR*^{FF} и гетерозиготным *GHR*^{YF} генотипами – 36,0 и 38,0 % соответственно. Частота встречаемости животных-носителей гомозиготного генотипа *GHR*^{YY} составила 26,0 %.

Был проведен генетико-статистический анализ и дана оценка генетической структуры по исследуемым генам в двух выборках ремонтного молодняка мясного скота. Данные приведены в табл. 2.

В выборке ремонтного молодняка герефордской породы степень гомозиготности (*Ca*) была самой высокой в гене *GHR* – 88,0 %, немного меньше по гену *GDF5* – 75,0 %, а в локусных генах *IGF-1* и *GH* имела почти равное значение и варьировала от 60,0 до 61,0 % соответственно. В выборке животных казахской белоголовой породы, как и у герефордов, наибольшая степень гомозиготности отмечалась по гену *GHR* – 75,0 %. Одинаковое распределение данный показатель имел по генам *GDF5* и *GH*, составив по 51,0 % и немного больше *IGF-1* – 55,0 %.

Уровень полиморфности локуса (*Na*), являясь величиной обратной степени гомозиготности по изучаемым генам (*IGF-1*, *GDF5*, *GH*, *GHR*), составил у животных герефордской породы 1,67; 1,33; 1,63; 1,14, а казахской белоголовой – 1,81; 1,98; 1,98; 1,34 соответственно.

Степень генетической изменчивости (*V*) была сравнительно равномерной по генам *GH* – 36,0 и *IGF-1* – 37,0 в выборке ремонтного молодняка герефордской породы; в локусе гена *GDF5* этот



Генетическая структура по генам *IGF-1*, *GDF5*, *GH*, *GHR* у ремонтного молодняка мясных пород

Ген-маркер	Степень гомозиготности, % (Ca)	Уровень полиморфности (Na)	Степень генетической изменчивости (V)	Наблюдаемая гетерозиготность	Ожидаемая гетерозиготность	Тест гетерозиготности
Герефордская порода (<i>n</i> = 38)						
IGF-I	60,0	1,67	0,37	0,23	0,67	–0,44
GDF5	75,0	1,33	0,22	0,23	0,33	–0,10
GH	61,0	1,63	0,36	0,46	0,63	–0,17
GHR	88,0	1,14	0,10	0,09	0,14	–0,05
Казахская белоголовая порода (<i>n</i> = 50)						
IGF-I	55,0	1,81	0,43	0,67	0,81	–0,14
GDF5	51,0	1,98	0,48	0,61	0,98	–0,37
GH	51,0	1,98	0,48	0,85	0,98	–0,13
GHR	75,0	1,34	0,24	0,22	0,34	–0,12

показатель составил 22,0 %, а самым низким (10,0 %) был в гене *GHR*. В выборке животных казахской белоголовой породы степень генетической изменчивости была сравнительно одинаковой в генах *GDF5* и *GH* – по 48,0 %, в гене *IGF-I* – 43,0 %, а низкое значение (24,0 %) отмечали в гене *GHR*, так же как у герефордов.

Об уровне генетического разнообразия популяций свидетельствует тест гетерозиготности (ТГ). Так, в двух изучаемых выборках животных по всем генам *IGF-1*, *GDF5*, *GH*, *GHR* этот показатель был отрицателен и варьировался от –0,10 до –0,44. Возможно, это может быть свидетельством недостатка гетерозигот в исследуемых выборках ремонтного молодняка герефордской и казахской белоголовой пород по данным изучаемым генам.

На основе полученных данных нами был проведен анализ распределения желательных комплексных генотипов в выборках ремонтного молодняка разных мясных пород (герефордская и казахская белоголовая).

Полученные данные показали, что у исследуемого молодняка герефордской породы доля животных-носителей комплексного генотипа, включающих шесть маркерных аллелей в трех и четырех генах (*IGF1^{AB}/GDF5^{CT}/GH^{VV}/GHR^{FF}*; *IGF1^{BB}/GDF5^{TT}/GHR^{FF}* и др.), составила 23,68 %. Выборка из пяти и четырех маркерных аллелей по 3–4 генам (*IGF1^{AB}/GDF5^{TT}/GH^{LV}/GHR^{FY}*; *IGF1^{AB}/GDF5^{TT}/GHR^{FF}*; *IGF1^{BB}/GDF5^{CT}/GHR^{FY}* и др.) – 18,42 %; из трех аллелей в 3–2 генах (*IGF1^{AB}/GDF5^{CT}/GHR^{FY}*; *IGF1^{AB}/GDF5^{TT}*; *GDF5^{TT}/GHR^{FY}* и др.) – 10,53 %. Остальная часть выборки животных (47,37 %) являлась носителями двух (*IGF1^{AB}/GHR^{FY}*; *GDF5^{TT}*; *IGF1^{BB}* и др.) и одного (*IGF1^{AB}*; *GDF5^{CT}* и др.) маркерных аллелей 2 и 1 гена. Также в данную группу вошли животные, у которых желательная аллель отсутствовала (рис. 1).

Анализируя полученные данные в выборке животных ремонтного молодняка казахской белоголовой породы, было отмечено, в отличие от герефордов, присутствие животных, являющихся носителями комплексных генотипов, состоящих из восьми и семи желательных аллелей по 4 генам (*IGF1^{BB}/GDF5^{TT}/GH^{VV}/GHR^{FF}*; *IGF1^{BB}/GDF5^{TT}/GH^{LV}/GHR^{FF}*), частота встречаемости, которых составила 8,0 % (рис. 2).

Доля животных-носителей желательных комплексных генотипов по изучаемым генам, включающим (*IGF1^{AB}/GDF5^{CT}/GH^{VV}/GHR^{FF}*; *IGF1^{BB}/GDF5^{TT}/GHR^{FF}* и др.) 6 маркерных аллелей трех и четырех генов, составила 22,0 %. Комбинации из 5–4 маркерных аллелей трех и четырех генов (*IGF1^{AB}/GDF5^{TT}/GH^{LV}/GHR^{FY}*; *IGF1^{AB}/GDF5^{TT}/GHR^{FF}*; *IGF1^{BB}/GDF5^{CT}/GHR^{FY}* и др.) – 20,0 %. Носителями комплекса желательных генотипов исследуемых генов из трех, двух и одного маркерных аллелей 3, 2 и 1 генов (*IGF1^{AB}/GDF5^{CT}/GHR^{FY}*; *IGF1^{AB}/GDF5^{TT}*; *GDF5^{TT}/GHR^{FY}*; *IGF1^{AB}/GHR^{FY}*; *GDF5^{TT}*; *IGF1^{BB}* и др.) являлись 50,0 % животных исследуемой выборки казахской белоголовой породы.



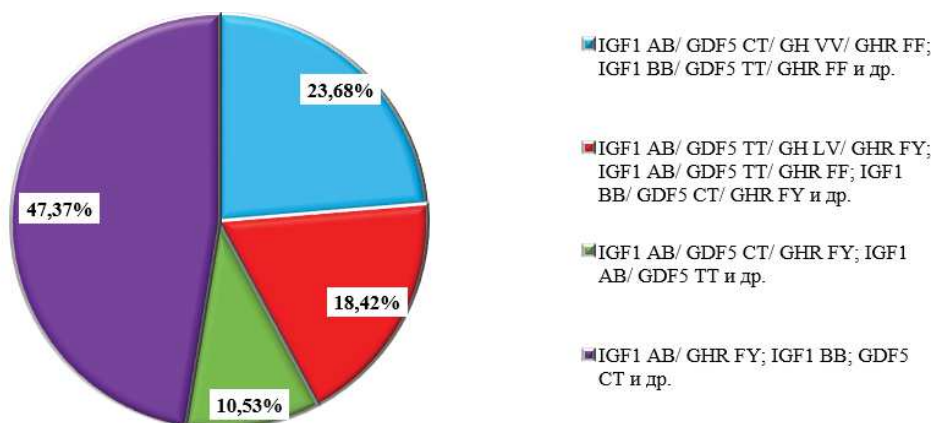


Рис. 1. Распределение желательных генокомплексов в выборке ремонтного молодняка герефордской породы (n = 38)

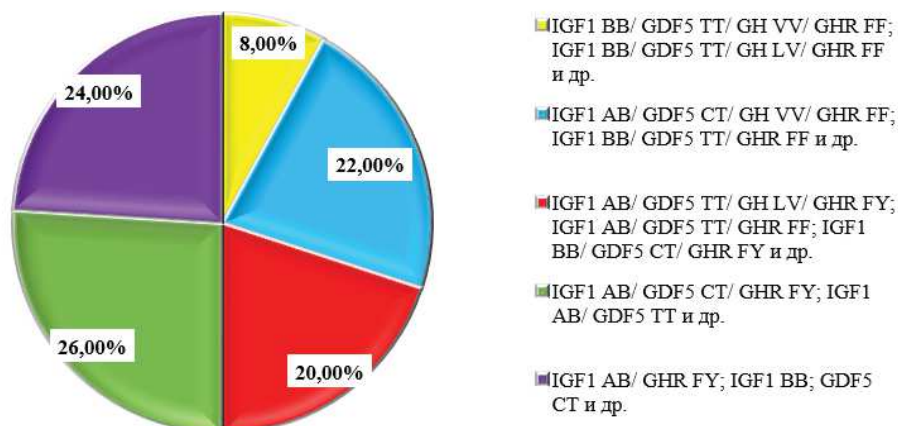


Рис. 2. Распределение желательных генокомплексов в выборке ремонтного молодняка казахской белоголовой породы (n = 50)

Заключение. Мясная продуктивность и качество мяса определяются как паратипическими, так и генетическими факторами. В связи с этим исследование генетического материала на наличие желательных аллельных вариантов, связанных с признаками роста и развития, а также мясными качествами животных, имеет научное и практическое значение.

В результате проведенных исследований установлена частота встречаемости генотипов и аллелей генов-маркеров мясной продуктивности: инсулиноподобного фактора роста-1 (*IGF-1*), дифференцирующего фактора роста (*GDF5*), соматотропина (*GH* – гормон роста), рецептора гормона роста (*GHR*), в выборках ремонтного молодняка герефордской и казахской белоголовой породы. Генетико-статистический анализ показал недостаток гетерозигот в исследуемых выборках по изучаемым генам.

Анализ распределения желательных комплексных генотипов у исследуемого молодняка герефордской породы показал, что доля животных-носителей комплексного генотипа, включающих в себя шесть маркерных аллелей трех и четырех генов, составила 23,68 %. Однако большая часть (47,37 %) животных являлась носителями двух и одного маркерных аллелей по двум и одному гену. Также в данную группу вошли животные, у которых желательная аллель отсутствовала. В отличие от герефордов у казахской белоголовой породы выявлено присутствие животных-носителей комплексных генотипов, состоящих из восьми и семи желательных аллелей четырех генов, частота встречаемости которых составила 8,0 %, однако половина животных (50,0 %) являлась носителями комплексных генотипов из трех, двух и одного маркерных аллелей трех, двух и одного генов.

Исследования показали, что внедрение в животноводство молекулярно-генетических методов, которые позволяют проводить быстрый анализ связи аллельных вариантов генов с продуктивностью, необходимо, так как мониторинг данных о генах-маркерах может быть ценным материалом для селекционно-племенной работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бейшова И. С. Фенотипические эффекты полиморфизмов генов соматотропинового каскада, ассоциированных с признаками мясной продуктивности относительно общей выборки у коров казахской



белоголовой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 2. С. 208 – 211.

2. Войтюк М. М., Мачнева О. П. Современное состояние овцеводства в России // Эффективное животноводство. 2021. № 4(170). С. 102–105.

3. ДНК-тестирование полиморфизма гена GH-AluI крупного рогатого скота / Н. Ю. Сафина [и др.] // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2019. № 6. С. 80–83.

4. Дубовскова М. П. Показатели племенной ценности родителей с учетом полиморфизма генов GHR, IGF-I и GDF5 у скота герефордской породы // Пермский аграрный вестник. 2022. № 4(40). С. 82–88. DOI: 10.47737/2307-2873_2022_40_82.

5. Изучение и проведение ДНК-тестирования сельскохозяйственных животных по генам, определяющим продуктивные качества: методические рекомендации / З. К. Гаджиев [и др.]. Ставрополь: Ставрополь-сервис-школа, 2022. 78 с.

6. Оценка быков-производителей с разными генотипами генов соматотропинового каскада по молочной продуктивности и качеству молока ближайших женских предков / Л. Р. Загидуллин [и др.] // Ученые записки Казанской ГАВМ. 2020. Т. 244(4). С. 86–91.

7. Полиморфизм генов соматотропин-рилизинг-гормона и инсулиноподобного фактора роста у быков-производителей Республики Татарстан / Р. Р. Вафин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 4. С. 75–78.

8. Сердюк Г. Н., Притужалова А. О. ДНК-маркеры в селекции овец // Овцы, козы, шерстяное дело. 2019. № 2. С. 10–11.

9. Юдин Н. С., Ларкин Д. М. Происхождение, селекция и адаптация российских пород крупного рогатого скота по данным полногеномных исследований // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Т. 23. № 5. С. 559–568. DOI: 10.18699/VJ19.525.

10. Features of holstein cattle bred in kazakhstan by the polymorphic genes of the somatotropin cascade / I. S. Beishova et al. // Advances in Animal and Veterinary Sciences. 2019. Vol. 7. No. 1. P. 60–65. DOI: 10.17582/journal.aavs/2019/7.s1.60.65.

REFERENCES

1. Beishova I. S. Phenotypic effects of polymorphisms of somatotropin cascade genes associated with signs of meat productivity relative to the total sample in Kazakh white-headed cows. *Izvestiya Orenburg State Agrarian University*. 2018;(2.): 208–211. (In Russ.).

2. Voityuk M. M., Machneva O. P. The current state of sheep breeding in Russia. *Efficient animal husbandry*. 2021;4(170):102–105. (In Russ.).

3. DNA testing of the polymorphism of the GH-AluI gene in cattle / N. Yu. Safina et al. *Veterinary medicine, animal science and biotechnology*. 2019;(6):80–83. (In Russ.).

4. Dubovskova M. P. Indicators of the breeding value of parents taking into account the polymorphism of the GHR, IGF-I and GDF5 genes in Hereford cattle. *Perm Agrarian Bulletin*. 2022;4(40): 82–88. DOI: 10.47737/2307-2873_2022_40_82. (In Russ.).

5. Study and conduct of DNA testing of farm animals by genes that determine productive qualities: methodological recommendations / Z. K. Gadzhiev et al. Stavropol: Stavropol-service-school; 2022. 78 p. (In Russ.).

6. Evaluation of breeding bulls with different genotypes of somatotropin cascade genes on milk productivity and milk quality of the closest female ancestors / L. R. Zagidullin et al. *Scientific notes of the Kazan GAVM*. 2020;244(4):86–91. (In Russ.).

7. Polymorphism of genes of somatotropin-releasing hormone and insulin-like growth factor in bulls-producers of the Republic of Tatarstan / R. R. Vafin et al. Achievements of science and technology of the agroindustrial complex. 2017;31(4): 75–78. (In Russ.).

8. Serdyuk G. N., Prituzhalova A. O. DNA markers in sheep breeding. *Sheep, goats, wool business*. 2019;(2):10–11. (In Russ.).

9. Yudin N. S., Larkin D. M. Origin, selection and adaptation of Russian cattle breeds according to genome-wide studies. *Vavilovsky Journal of Genetics and Breeding*. 2019;23(5):559–568. DOI: 10.18699/VJ19.525. (In Russ.).

10. Features of holstein cattle bred in kazakhstan by the polymorphic genes of the somatotropin cascade / I. S. Beishova et al. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2019;7(10 60-65. DOI: 10.17582/journal.aavs/2019/7.s1.60.65.

Статья поступила в редакцию 24.05.2023; одобрена после рецензирования 08.06.2023; принята к публикации 16.06.2023.

The article was 24.05.2023; approved after reviewing 08.06.2023; accepted for publication 16.06.2023.

