

ПРОИЗВОДСТВО ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ /  
MANUFACTURE OF LIVESTOCK PRODUCTION

Научная статья / *Original article*

УДК 636.082:636.082.11

DOI: 10.31208/2618-7353-2024-26-19-26

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА GDF5  
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА КАЛМЫЦКОЙ ПОРОДЫ  
И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЭКСТЕРЬЕРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

*GDF5 GENE POLYMORPHISM  
OF KALMYK CATTLE BREED  
AND ITS EFFECT ON EXTERIOR PARAMETERS*

Виктория С. Убушиева, научный сотрудник  
Аркадий К. Натыров, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Кермен Е. Бадмаева, кандидат биологических наук, доцент  
Алтана В. Убушиева, кандидат биологических наук  
Надежда В. Чимидова, кандидат биологических наук

*Viktoria S. Ubushieva, Researcher  
Arkady K. Natyrov, Dr. Sci. (Agriculture), Professor  
Kermen E. Badmaeva, PhD (Biology), Associate Professor  
Altana V. Ubushieva, PhD (Biology)  
Nadezhda V. Chimidova, PhD (Biology)*

Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова, Элиста

*Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista, Republic of Kalmykia, Russia*

**Контактное лицо:** Натыров Аркадий Канурович, декан аграрного факультета и профессор кафедры аграрных технологий и переработки с.-х. продукции, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова; 358011, Россия, Республика Калмыкия, Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4;

e-mail: natyrov\_ak@mail.ru; тел.: 89374615994; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3219-0836>.

**Для цитирования:** Убушиева В.С., Натыров А.К., Бадмаева К.Е., Убушиева А.В., Чимидова Н.В. Полиморфизм гена GDF5 крупного рогатого скота калмыцкой породы и его влияние на экстерьерные показатели // Аграрно-пищевые инновации. 2024. Т. 26, № 2. С. 19-26. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2024-26-19-26>.

**Principal Contact:** Arkady K. Natyrov, Dean of the Faculty, Faculty of Agriculture, and Professor of the Department, Department of Agricultural Technologies and Processing of Agricultural Products, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov; educational building no. 4, building 3, KSU complex, microdistrict 5, Elista, Republic of Kalmykia, 358011, Russian Federation;

e-mail: natyrov\_ak@mail.ru; tel.: +79374615994; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3219-0836>.

**For citation:** Ubushieva V.S., Natyrov A.K., Badmaeva K.E., Ubushieva A.V., Chimidova N.V. GDF5 gene polymorphism of Kalmyk cattle breed and its effect on exterior parameters. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2024;26(2):19-26. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2024-26-19-26>.

**Резюме**

**Цель.** Изучение влияния полиморфизма гена GDF5 крупного рогатого скота калмыцкой породы на экстерьерные показатели.

**Материалы и методы.** Полиморфизм гена GDF5 рассмотрен у 60 особей крупного рогатого скота калмыцкой породы, принадлежащих СПК «Плодовитое» Малодербетовского района Республики Калмыкия. Образцы ДНК были выделены из цельной крови, которую отбирали из яремной вены, с использованием автоматического метода экстракции. Полимеразная цепная реакция в реальном времени была проведена для определения полиморфизма T586C гена GDF5.

**Результаты.** Среди исследуемого стада крупного рогатого скота преобладали особи с генотипом TT – они составляли 68,3% от общего числа. Животные с генотипами TC и CC составляли 21,7 и 10,0% соответственно. Частота встречаемости аллеля T гена GDF5 составила 0,792, что превысило частоту аллеля C (0,208) на 58,2%. Наблюдаемая частота генотипов TT и CC превысила ожидаемую на 5,6 и 5,7% соответственно. В то же время частота генотипа TC оказалась ниже ожидаемой на 11,2%. Особи с генотипом TT гена GDF5 превосходили своих сверстников с генотипами TC и CC по всем измеренным параметрам.

**Заключение.** У исследуемого поголовья крупного рогатого скота калмыцкой породы, принадлежащего СПК «Плодовитое», с наибольшей частотой встречается генотип TT гена GDF5 (0,683). Выявлено положительное влияние генотипа TT гена GDF5 на линейные промеры калмыцкого скота.

**Ключевые слова:** калмыцкий скот, полиморфизм генов, GDF5, генотип, промеры тела

#### **Abstract**

**Purpose.** Study of the influence of polymorphism of GDF5 gene of Kalmyk cattle on exterior characteristics.

**Materials and Methods.** The polymorphism of the GDF5 gene was examined in 60 individuals of Kalmyk cattle breed belonging to the APC “Plodovitoe” of the Maloderbetovsky district of the Republic of Kalmykia. DNA samples were isolated from whole blood collected from the jugular vein using an automated extraction method. Real-time polymerase chain reaction was performed to determine the T586C polymorphism of the GDF5 gene.

**Results.** Among the studied herd of cattle, individuals with the TT genotype predominated - they accounted for 68.3% of the total. Animals with TC and CC genotypes accounted for 21.7 and 10.0%, respectively. The frequency of occurrence of the T allele of GDF5 gene was 0.792, which exceeded the frequency of the C allele (0.208) by 58.2%. The observed frequency of the TT and CC genotypes exceeded the expected ones by 5.6 and 5.7%, respectively. At the same time, the frequency of the TC genotype was lower than expected by 11.2%. Individuals with the TT genotype of the GDF5 gene were superior to their peers with the TC and CC genotypes in all measured parameters.

**Conclusion.** TT genotype of GDF5 gene in the studied livestock of Kalmyk cattle breed, owned by the APC “Plodovitoe”, occurs with the highest frequency (0.683). A positive effect of the TT genotype of GDF5 gene on linear physique measurements of Kalmyk cattle was revealed.

**Keywords:** Kalmyk cattle, gene polymorphism, GDF5, genotype, physique measurements

**Введение.** Чтобы обеспечить население качественными мясными продуктами, необходимо развивать животноводство и увеличивать объёмы производства продукции. Одной из традиционных отраслей животноводства является мясное скотоводство, развитие которого зависит от рационального использования генетического потенциала скота отечественных пород (Чинаров В.И., 2020; Шевхужев А.Ф. и др., 2021).

Ценной отечественной породой считается калмыцкая. Она имеет важные хозяйственно-биологические характеристики, демонстрирует высокую продуктивность, отличается крепким телосложением, относительно долгим сроком жизни, нетребовательна к условиям содержания и питания, а также хорошо адаптируется к разным климатическим условиям (Сангаджиев Д.А. и др., 2021; Каюмов Ф.Г. и Третьякова Р.Ф., 2022).

В последнее время активно развивается селекция крупного рогатого скота с применением ДНК-технологий. Проведение молекулярно-генетической оценки стада является важным этапом племенной работы в скотоводстве (Jenko J et al., 2019; Колпаков В.И., 2020).

В селекции особенно ценны однонуклеотидные полиморфизмы (SNP) ДНК-маркеров. Чтобы предсказать мясную продуктивность скота, применяют гены, которые влияют на рост и качество мяса (Селионова М.И. и др., 2020; Каюмов Ф.Г. и др., 2021; Коновалова Е.Н. и др., 2023). К таким маркерам относится ген-фактор дифференциации роста 5 (GDF5), который является частью суперсемейства TGF- $\beta$ . Он влияет на развитие организма, поддержание костно-хрящевой ткани, а также на формирование телосложения скота мясных пород (Джуламанов К.М. и др., 2020; Flore L et al., 2023). Кроме того, имеются данные о влиянии данного гена на параметры тела крупного рогатого скота (Харламов А.В. и др., 2019).

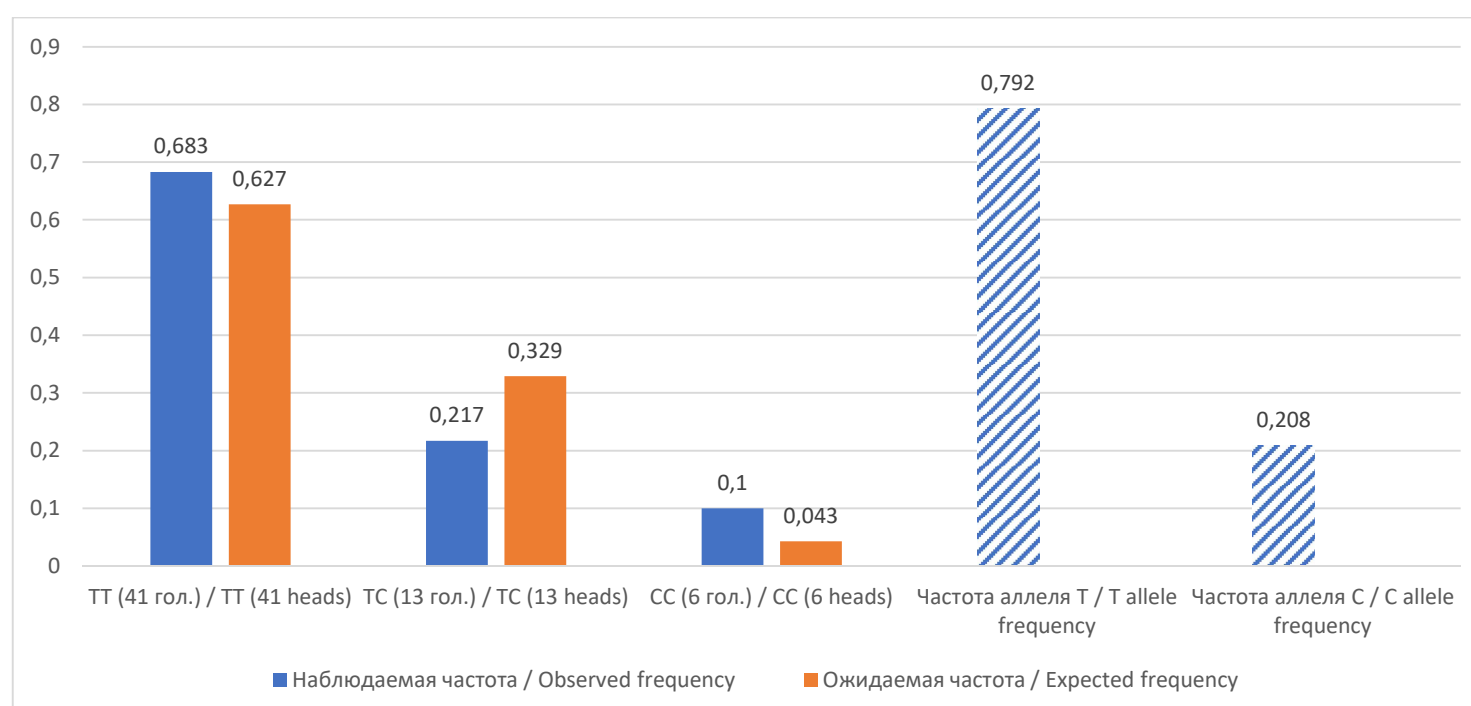
**Цель исследований** – изучение влияния полиморфизма гена GDF5 крупного рогатого скота калмыцкой породы на промеры тела животных.

**Материалы и методы.** Исследование проведено на базе регионального научно-производственного центра по воспроизводству ФГБОУ ВО «КалмГУ им. Б.Б. Городовикова». Объектом исследования служил крупный рогатый скот калмыцкой породы, принадлежащий СПК «Плодовитое» Малодербетовского района Республики Калмыкия. Для молекулярно-генетического анализа были взяты образцы крови у 60 бычков калмыцкой породы. Кровь брали из яремной вены. Промеры бычков измеряли в возрасте 15 месяцев.

Образцы ДНК выделяли из цельной крови автоматическим методом экстракции с использованием набора реагентов «МагноПрайм ВЕТ» от ООО «НекстБИО», следуя краткому руководству по применению. Полимеразную цепную реакцию в реальном времени проводили на амплификаторе Rotor-Gene Q с использованием набора для определения полиморфизма T586C гена GDF5 от Синтол. Подготовку реакционной смеси и установку режима амплификации проводили согласно инструкции, поставляемой с набором.

Обработку данных, полученных в исследованиях, проводили с использованием методов вариационной статистики с помощью программы «Excel» офисного пакета Microsoft Office («Microsoft», США).

**Результаты и обсуждение.** Анализ данных, полученных при проведении полимеразной цепной реакции в режиме реального времени гена дифференциации роста 5, показал, что в изучаемой популяции крупного рогатого скота преобладают животные с генотипом *TT* – их на 46% больше, чем в группе генотипом *TC*, и на 58,3%, чем в группе с генотипом *CC* (рисунок 1).



**Рисунок 1.** Частота встречаемости аллелей и генотипов *GDF5*  
**Figure 1.** Allele and genotype frequency of *GDF5*

Из данных рисунка видно, что частота встречаемости аллеля *T* гена *GDF5* превышает частоту аллеля *C* на 58,2%. Наблюдаемая частота генотипов *TT* и *CC* превышает показатель ожидаемой на 5,6 и 5,7% соответственно, при этом показатель генотипа *TC* ниже ожидаемой частоты на 11,2%.

В нашем исследовании были изучены особенности формирования экстерьера у крупного рогатого скота калмыцкой породы в зависимости от полиморфизма гена *GDF5* (таблица 1).

**Таблица 1.** Промеры тела животных в зависимости от генотипа гена *GDF5*, см

**Table 1.** Physique measurements of animals depending on genotype of *GDF5* gene, cm

Показатель <i>Index</i>	Генотип <i>GDF5</i> <i>Genotype GDF5</i>		
	<i>TT</i>	<i>TC</i>	<i>CC</i>
Высота в крестце <i>Height in sacrum</i>	122,6±0,21	121,5±0,26**	121,0±0,32***
Высота в холке <i>Height at the withers</i>	121,2±0,22	120,1±0,30**	119,3±0,23***
Глубина груди <i>Breast depth</i>	60,9±0,19	60,0±0,26**	58,9±0,17***
Косая длина туловища <i>Oblique length of body</i>	141,0±0,22	140,6±0,33	138,8±0,23***
Обхват груди <i>Breast girth</i>	169,8±0,16	168,7±0,32**	168,2±0,72*
Обхват пясти <i>Metacarpal bone girth</i>	15,6±0,10	15,2±0,16*	15,1±0,22*
Ширина в маклоках <i>Hips breadth</i>	39,3±0,15	38,8±0,16*	38,5±0,20**

Примечание: разность по отношению к генотипу *TT*: \* -  $P \geq 0,95$ ; \*\* -  $P \geq 0,99$ ; \*\*\* -  $P \geq 0,999$

Note: difference in relation to the *TT* genotype: \* -  $P \geq 0.95$ ; \*\* -  $P \geq 0.99$ ; \*\*\* -  $P \geq 0.999$

Бычки с генотипом *TT* превосходили своих сверстников с генотипами *TC* и *CC* по всем промерам: в высоте в крестце – соответственно на 0,9 ( $P \geq 0,99$ ) и 1,3% ( $P \geq 0,999$ ), в высоте в холке – на 0,9 ( $P \geq 0,99$ ) и 1,5% ( $P \geq 0,999$ ), в глубине груди – на 1,5 ( $P \geq 0,99$ ) и 3,37% ( $P \geq 0,999$ ), в косой длине туловища – на 0,3 ( $P \leq 0,90$ ) и 1,5% ( $P \geq 0,999$ ), в обхвате груди – на 0,6 ( $P \geq 0,99$ ) и 0,9% ( $P \geq 0,95$ ), в обхвате пясти – на 2,9 ( $P \geq 0,95$ ) и 3,6% ( $P \geq 0,95$ ), в ширине в маклоках – на 1,2 ( $P \geq 0,95$ ) и 2,1% ( $P \geq 0,99$ ).

Анализ полиморфизма *T586C* гена *GDF5* показал, что у популяции крупного рогатого скота калмыцкой породы, принадлежащей СПК «Плодовитое» Малодербетовского района Республики Калмыкия, чаще всего встречается генотип *TT* (его частота составляет 0,683), а реже всего – *CC* (с частотой 0,1).

Согласно литературным данным, ген *GDF5* играет ключевую роль в развитии костей, связок и сухожилий и положительно влияет на линейные показатели скота. Наше исследование подтвердило положительное влияние гена *GDF5* на размеры тела крупного рогатого скота калмыцкой породы.

#### Заключение.

1. У исследуемого поголовья крупного рогатого скота калмыцкой породы, принадлежащего СПК «Плодовитое» Малодербетовского района Республики Калмыкия, с наибольшей частотой встречается генотип *TT* гена *GDF5* (0,683).

2. Выявлено положительное влияние генотипа *TT* гена *GDF5* на линейные промеры калмыцкого скота. Бычки с данным генотипом превосходили своих сверстников с генотипами *ТС* и *СС* по всем промерам: в высоте в крестце – соответственно на 0,9 и 1,3%, в высоте в холке – на 0,9 и 1,5%, в глубине груди – на 1,5 и 3,37%, в косой длине туловища – на 0,3 и 1,5%, в обхвате груди – на 0,6 и 0,9%, в обхвате пясти – на 2,9 и 3,6%, в ширине в маклоках – на 1,2 и 2,1%.

**Благодарность:** Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 075-03-2024-113 «Особенности организации генома крупного рогатого скота мясных пород, ассоциированных с высоким адаптивным и продуктивным потенциалом, на основе высокополиморфных генетических маркеров»).

**Acknowledgment:** *The work was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (No. 075-03-2024-113 “Features of the organization of beef cattle breeds genome associated with high adaptive and productive potential, based on highly polymorphic genetic markers”).*

#### Список источников

1. Анализ полиморфизма генов *CAPN1* и *GH* у скота казахской белоголовой породы в связи с особенностями мясной продуктивности / М.И. Селионова, В.Р. Плахтюкова, И.И. Дмитрик, Г.В. Завгородняя, М.И. Павлова // Главный зоотехник. 2020. № 6. С. 27-34. <https://doi.org/10.33920/sel-03-2006-04>.
2. Возрастная изменчивость конституции и экстерьера герефордских бычков, генотипированных по гену *GDF5* / К.М. Джуламанов, Н.П. Герасимов, В.И. Колпаков, Е.Б. Джуламанов // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103, № 3. С. 36-45. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-3-36>.
3. ДНК-анализ полиморфизма генов миостатина, лептина и кальпаина 1 у российской популяции крупного рогатого скота абердин-ангусской породы / Е.Н. Коновалова, М.И. Селионова, Е.А. Гладырь, О.С. Романенкова, Л.В. Евстафьева // Сельскохозяйственная биология. 2023. Т. 58, № 4. С. 622-637. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2023.4.622rus>.
4. Каюмов Ф.Г., Третьякова Р.Ф., Третьякова Н.А. Полиморфизм генов *CAPN1*, *GH*, *TG5* и *LEP* у молодняка нового мясного типа Адучи // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (91). С. 206-210. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-91-5-206-210>.
5. Каюмов Ф.Г., Третьякова Р.Ф. Адаптивные качества и интерьерные различия помесных и чистопородных тёлочек калмыцкой породы в условиях высокогорья Кабардино-Балкарской Республики // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 2 (94). С. 284-288. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-94-2-284-288>.
6. Колпаков В.И. Влияние некоторых полиморфных генов на мясную продуктивность и качество мяса у крупного рогатого скота (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2020. № 4 (103). С. 47-64. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-4-47>.
7. Мясное скотоводство России и перспективы его развития / А.Ф. Шевхужев, В.А. Погодаев, В.В. Голембовский, С.С. Гостищев // Сельскохозяйственный журнал. 2021. № 4 (14). С. 53-60. <https://doi.org/10.25930/2687-1254/007.4.14.2021>.

8. Сангаджиев Д.А., Погодаев В.А., Арилов А.Н. Мясная продуктивность бычков калмыцкой мясной породы, полученных при внутрилинейном подборе и кроссах линий // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (87). С. 251-256. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-87-1-251-256>.
9. Харламов А.В., Фролов А.Н., Завьялов О.А. Изменение параметров тела бычков в зависимости полиморфизма гена фактора дифференциации роста 5 // Бюллетень Оренбургского научного центра УРО РАН. 2019. № 4. С. 39.
10. Чинаров В.И. Породные ресурсы скотоводства России // Достижения науки и техники АПК. 2020. № 7. С. 80-85. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10714>.
11. Analysis of a large dataset reveals haplotypes carrying putatively recessive lethal and semi-lethal alleles with pleiotropic effects on economically important traits in beef cattle / J Jenko, MC McClure, D Matthews, J McClure, M Johnsson, G Gorjanc, JM Hickey // Genetics Selection Evolution. 2019. Vol. 51(1). P. 9. <https://doi.org/10.1186/s12711-019-0452-z>.
12. Influence of Different Evolutive Forces on GDF5 Gene Variability / L Flore, P Francalacci, M Massidda, R Robledo, CM Calò // Genes (Basel). 2023. Vol. 14 (10). Art.: 1895. <https://doi.org/10.3390/genes14101895>.

### References

1. Selionova MI, Plakhtyukova VR, Dmitrik II, Zavgorodnyaya GV, Pavlova MI. Analysis of polymorphism of CAPN1 and GH genes in cattle of Kazakh White-Headed breed in association with the peculiarities of beef productivity. *Glavnyj zootekhnik = Head of Animal Breeding*. 2020;(6):27-34. (In Russ.). <https://doi.org/10.33920/sel-03-2006-04>.
2. Dzhulamanov K., Gerasimov N., Kolpakov V, Dzhulamanov E. Age variability of the constitution and exterior of the Hereford bulls genotyped for the GDF5 gene. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020;103(3):36-45. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-3-36>.
3. Konovalova EN, Selionova MI, Gladyr EA, Romanenkova OS, Evstafeva LV. DNA analysis of myostatin, leptin and calpain 1 gene polymorphism in Russian cattle population of Aberdeen Angus breed. *Sel'skokhozyajstvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 2023;58(4):622-637. (In Russ.). <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2023.4.622rus>.
4. Kayumov FG, Tretyakova RF, Tretyakova NA. Polymorphism of the CAPN1, GH, TG5 and LEP genes in young animals of the new meat type Aduchi. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;91(5):206-210. (In Russ.). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-91-5-206-210>.
5. Kayumov FG, Tretyakova RF. Adaptive qualities and interior differences of crossbred and purebred Kalmyk heifers in the highlands of the Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022;94(2):C. 284-288. (In Russ.). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-94-2-284-288>.
6. Kolpakov VI. Influence of some polymorphic genes on meat productivity and meat quality of cattle (review). *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020;103(4):47-64. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-4-47>.
7. Shevkhuzhev AF, Pogodaev VA, Golembovsky VV, Gostishchev SS. Beef cattle breeding in Russia and its development prospects. *Sel'skokhozyajstvennyj zhurnal = Agricultural journal*. 2021;14(4):53-60. (In Russ.). <https://doi.org/10.25930/2687-1254/007.4.14.2021>.



8. Sangadzhiev DA, Pogodaev VA, Arilov AN. Meat productivity of calves of the Kalmyk meat breed obtained by intraline selection and crosses of lines. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;87(1):251-256. (In Russ.). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-87-1-251-256>.
9. Kharlamov AV, Frolov AN, Zavyalov OA. Changes in bull-calves' body parameters in dependens of polymorphism in growth differentiating factor 5 Gene. *Byulleten' Orenburgskogo nauchnogo centra URO RAN = Bulletin of the Orenburg Scientific Center URO RAS*. 2019;(4):39. (In Russ.).
10. Chinarov VI. Resources of Russian cattle breeding. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*. 2020;(7):80-85. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10714>.
11. Jenko J, McClure MC, Matthews D, McClure J, Johnsson M, Gorjanc G, Hickey JM. Analysis of a large dataset reveals haplotypes carrying putatively recessive lethal and semi-lethal alleles with pleiotropic effects on economically important traits in beef cattle. *Genetics Selection Evolution*. 2019;51(1):9. <https://doi.org/10.1186/s12711-019-0452-z>.
12. Flore L, Francalacci P, Massidda M, Robledo R, Calò CM. Influence of Different Evolutive Forces on GDF5 Gene Variability. *Genes (Basel)*. 2023;14(10):1895. <https://doi.org/10.3390/genes14101895>.

**Вклад авторов:** Виктория С. Убушиева и Алтана В. Убушиева проводили научные и лабораторные исследования, обработку полученных данных; Кермен Е. Бадмаева отвечала за обзор литературы по данной проблематике; Аркадий К. Натыров – общее руководство; Надежда В. Чимидова – редакция материала.

**Contribution of the authors:** Victoria S. Ubushieva and Altana V. Ubushieva conducted scientific and laboratory research and processed the data obtained; Kermen E. Badmaeva was responsible for the literature review on this issue; Arkady K. Natyrov – general management; Nadezhda V. Chimidova – editorial staff of the material.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют, что никакого конфликта интересов в связи с публикацией данной статьи не существует.

**Conflict of interest.** Authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

**Информация об авторах (за исключением контактного лица):**

**Убушиева Виктория Саналовна** – ассистент кафедры, кафедра биотехнологии и животноводства, и научный сотрудник РНПЦ по воспроизводству сельскохозяйственных животных, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова; 358011, Россия, Республика Калмыкия, Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4; e-mail: vicki\_93g@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0320-7771>;

**Бадмаева Кермен Евгеньевна** – проректор по науке и стратегическому развитию, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова; 358000, Россия, Республика Калмыкия, Элиста, ул. Пушкина, д. 11; e-mail: kema.badmaeva@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4065-6720>;

**Убушиева Алтана Вадимовна** – старший преподаватель, кафедра биотехнологии и животноводства, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова; 358011, Россия, Республика Калмыкия, Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4; e-mail: ameli-altanas@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9916-7972>;

**Чимидова Надежда Васильевна** – доцент кафедры, кафедра биотехнологии и животноводства, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова; 358011, Россия, Республика Калмыкия, Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4; e-mail: nadezhdatchimidova@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3043-091X>.

**Information about the authors (excluding the contact person):**

**Viktoriya S. Ubushieva** – Assistant at the Department, Department of Biotechnology and Animal Husbandry, Researcher at the Republican Scientific and Practical Center for the Reproduction of Farm Animals, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov; educational building no. 4; building 3, KSU complex, microdistrict 5, Elista, Republic of Kalmykia, 358011, Russian Federation; e-mail: vicki\_93g@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0320-7771>;

**Kermen E. Badmaeva** – Vice-Rector for Science and Strategic Development, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov; 11, Pushkin st., Elista, Republic of Kalmykia, 358000, Russian Federation; e-mail: kema.badmaeva@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4065-6720>;

**Altana V. Ubushieva** – Senior Lecturer, Department of Biotechnology and Animal Husbandry, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov; educational building no. 4; building 3, KSU complex, microdistrict 5, Elista, Republic of Kalmykia, 358011, Russian Federation; e-mail: ameli-altanas@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9916-7972>;

**Nadezhda V. Chimidova** – Associate Professor of the Department, Department of Biotechnology and Animal Husbandry, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov; educational building no. 4; building 3, KSU complex, microdistrict 5, Elista, Republic of Kalmykia, 358011, Russian Federation; e-mail: nadezhdatchimidova@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3043-091X>.

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted*: 15.05.2024;  
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing*: 10.06.2024;  
принята к публикации / *accepted for publication*: 11.06.2024