

Научная статья
УДК 591.151:636.32/38.034
doi: 10.28983/asj.y2024i12pp138-142

Полиморфизм генов бета-лактоглобулин и пролактин у овец породы российский мясной меринос и его влияние на молочную продуктивность

Александр Иванович Сузов, Арслан Ахметович Омаров,
Екатерина Дмитриевна Карпова, Дарья Дмитриевна Евлагина
Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Ставропольский край, г. Михайловск, Россия,
e-mail: lucziwa@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты генотипирования овец породы российский мясной меринос ($n = 30$) по продуктивным генам-маркерам: бета-лактоглобулин (β -LG) и пролактин (PRL). Исследования выполняли методом ПЦР-ПДРФ в лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий ВНИИОК-филиал «Северо-Кавказский ФНАЦ». По результатам проведенного молекулярно-генетического анализа установлено, что полиморфизм генов β -LG и PRL в данной выборке представлен двумя аллелями: β -LG^A, β -LG^B и PRL ^A, PRL ^B. Выявлено отсутствие особей-носителей гомозиготных генотипов β -LG^{AA} и PRL ^{AA}. Установлено, что овцематки-носители гетерозиготных генотипов β -LG^{AB} и PRL ^{AB} превосходили по удою сверстниц с гомозиготными генотипами β -LG^{BB} и PRL ^{BB}, но при этом уступали им по содержанию жира и белка. Изменчивость молочной продуктивности овец разных генотипов по генам бета-лактоглобулин и пролактин свидетельствует о возможности проведения селекционной работы, направленной на повышение этого показателя.

Ключевые слова: овцы; генотип; пролактин; бета-лактоглобулин; продуктивность; молоко

Для цитирования: Сузов А. И., Омаров А. А., Карпова Е. Д., Евлагина Д. Д. Полиморфизм генов бета-лактоглобулин и пролактин у овец породы российский мясной меринос и его влияние на молочную продуктивность // Аграрный научный журнал. 2024. № 12. С. 138–142. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i12pp138-142>.

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

Original article

Polymorphism of beta-lactoglobulin and prolactin genes in Russian meat merino sheep and its effect on dairy productivity

Alexander I. Surov, Arslan A. Omarov, Ekaterina D. Karpova, Daria D. Evlagina
North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Stavropol Territory, Mikhailovsk, Russia,
e-mail: lucziwa@yandex.ru

Abstract. The article presents the results of genotyping of Russian meat merino sheep ($n = 30$) by productive marker genes: beta-lactoglobulin (β -LG) and prolactin (PRL). The research was performed by PCR-PDRF in the laboratory of Immunogenetics and DNA technologies of VNIIOK – branch of the North Caucasian FNAC. According to the results of the molecular genetic analysis, it was found that the polymorphism of the β -LG and PRL genes in this sample is represented by two alleles: β -LG^A, β -LG^B and PRL ^A, PRL ^B. The absence of individuals carrying homozygous β -LG^{AA} and PRL ^{AA} genotypes was revealed. It was found that sheep carriers of heterozygous β -LG^{AB} and PRL ^{AB} genotypes outperformed their peers with homozygous β -LG^{BB} and PRL ^{BB} genotypes in milk yield, but at the same time they were inferior in fat and protein content. The variability of the dairy productivity of sheep of different genotypes in the beta-lactoglobulin and prolactin genes indicates the possibility of breeding work aimed at increasing this indicator for the above genes.

Keywords: sheep; genotype; prolactin; beta-lactoglobulin; productivity; milk

For citation: Surov A. I., Omarov A. A., Karpova E. D., Evlagina D. D. Polymorphism of beta-lactoglobulin and prolactin genes in Russian meat merino sheep and its effect on dairy productivity. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2024;(12):138–142. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i12pp138-142>.



Введение. К числу важнейших продуктивно-биологических свойств сельскохозяйственных животных, в том числе овец, относится молочная продуктивность. В овцеводстве она характеризуется двойным значением: как источник питания ягнят, так и потенциальный пищевой продукт для человека [1].

Получать молоко можно от овец любых пород. Поскольку его качественные и количественные характеристики могут зависеть не только от породной принадлежности овцематки, но и от возраста, условий содержания, кормления, генетики животных. Поэтому изучение молочной продуктивности овец вызывает не только практический, но и научный интерес [1, 2].

Молочная продуктивность овец привлекает все большее внимание российских и зарубежных ученых. Так, например, приводятся результаты молочной продуктивности овец казахской курдючной грубошерстной породы [5], рассматривается влияние возраста, происхождения, количества ягнят на молочную продуктивность овец романовской породы [4]. В 2023 г. К.Т. Баситов и соавторы изучали молочную продуктивность мясных пород овец (etti меринос, доне, австралийский мясной меринос) разного происхождения на Юго-Востоке Казахстана [3].

Исследования Н.А. Подкорытова и А.А. Подкорытова посвящены изучению влияния возраста первой случки на молочность и химический состав молока овцематок прикатунского типа [8]. В работе А.А. Уримбетова и Н.А. Бобокулова приводятся данные молочной продуктивности каракульских овец сур каракалпакского породного типа [11].

Ряд авторов описывают молочную продуктивность овцематок разных пород (казахской курдючной, гиссарской и эдильбаевской), которая имела широкий диапазон – от $1,13 \pm 0,05$ до $1,89 \pm 0,14$ кг. Полученные ими данные дают представление об огромных возможностях выбора подходящего типа животных при совершенствовании селекции по этому признаку [6].

Классическим методам селекции может помочь генотипическая селекция (MAS), которая позволяет идентифицировать гены-маркеры (в раннем возрасте посредством генетического скрининга), влияющие на продуктивные признаки животных. В настоящее время на основе SNP (однонуклеотидных полиморфизмов) собран значительный объем экспериментальных данных о генотипических особенностях овец разных пород [7, 9, 10, 14]. Однако степень влияния полиморфизма различных генов и их связь с молочной продуктивностью, качественным составом молока, его технологическими свойствами изучены недостаточно.

Цель данной работы – определить влияние полиморфизма генов β -LG (бета-лактоглобулин) и PRL (пролактин) на показатели молочной продуктивности овец породы российский мясной меринос (РММ).

Материалы и методы. Объектом исследования были овцематки породы РММ ($n = 30$), разводимые в условиях опытной станции ВНИИОК – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». ДНК-генотипирование животных по генам-маркерам β -LG (бета-лактоглобулин) и PRL (пролактин) было выполнено методом ПЦР-ПДРФ. Лабораторные исследования проводили в отделе генетики и биотехнологии ВНИИОК – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». ДНК выделяли в соответствии с инструкциями производителя коммерческим набором реагентов DiatomtmDNAprep200.

Отбор проб молока для исследований осуществляли в соответствии с государственными стандартами (ГОСТ 26809.1-2014), качественные показатели определяли при помощи анализатора «ИнфраМилк».

Результаты исследований. Анализ результатов генотипирования выявил, что у овец породы российский мясной меринос полиморфизм генов бета-лактоглобулина и пролактина представлен двумя аллелями: β -LG^A, β -LG^B и PRL^A, PRL^B.

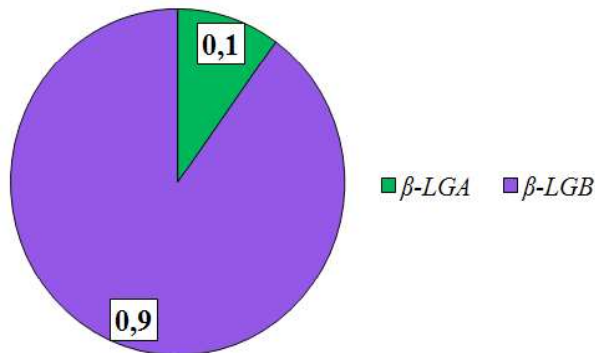
В данной выборке животных по гену бета-лактоглобулин отмечали высокую частоту встречаемости аллеля β -LG^B (0,90), что в 9 раз больше в сравнении с аллелью β -LG^A (0,10), рисунок 1.

У овцематок преобладала частота встречаемости гомозиготного генотипа β -LG^{BB}, составив 80,0 % ($n = 24$), тогда как доля овец-носителей гетерозиготного генотипа β -LG^{AB} была в 4 раза ниже – 20,0 %. Животные-носители гомозиготного генотипа β -LG^{AA} в данной выборке отсутствовали.

Частота встречаемости аллелей PRL^A и PRL^B в гене пролактин составила 0,43 и 0,57 соответственно (рисунок 2). По данному гену преобладали (87,0 %) овцы-носители гетерозиготного генотипа PRL^{AB}. Животные с гомозиготным генотипом PRL^{AA} в данной выборке отсутствовали, а частота встречаемости гомозиготного варианта PRL^{BB} была в 6,7 раза ниже в сравнении с гетерозиготным генотипом и равнялась 13,0 %.



Частота встречаемости аллелей



Частота встречаемости генотипов

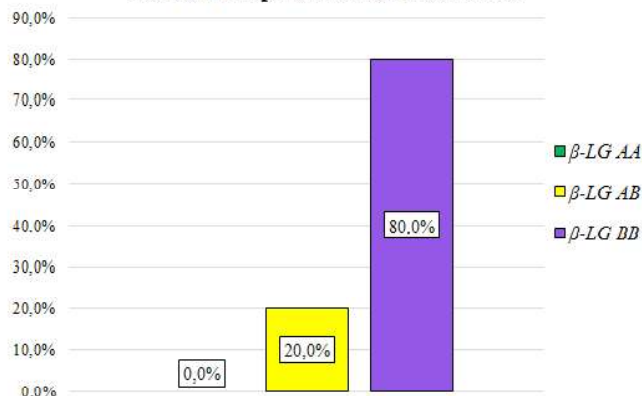
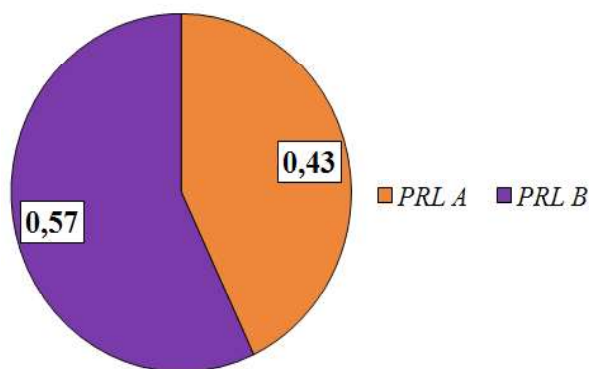


Рисунок 1 – Частота встречаемости аллелей и генотипов в гене бета-лактоглобулин

Figure 1 – Frequency of occurrence of alleles and genotypes in the beta-lactoglobulin gene

Частота встречаемости аллелей



Частота встречаемости генотипов

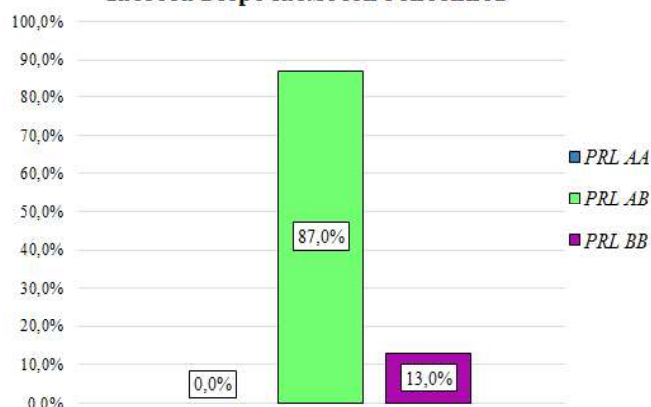


Рисунок 2 – Частота встречаемости аллелей и генотипов в гене пролактин

Figure 2 – Frequency of occurrence of alleles and genotypes in the prolactin gene

На основе полученных данных была дана оценка генетической структуры изучаемой выборки овец с использованием генетико-статистических методов анализа (таблица 1).

Таблица 1 – Особенности генетической структуры овец породы российский мясной меринос по генам-маркерам β -LG и PRLTable 1 – Features of the genetic structure of Russian meat merino sheep by β -LG and PRL marker genes

| Показатель / Indicator | | | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|----------|------|
| Ca, % | Na | V, % | Hobs | Hex | χ^2 | TГ |
| β -LG | | | | | | |
| 82,0 | 1,22 | 15,0 | 0,25 | 0,22 | 17,5 | 0,03 |
| PRL | | | | | | |
| 51,0 | 1,97 | 46,0 | 6,5 | 0,97 | 0,37 | 5,54 |

Самое высокое значение степени гомозиготности Ca, которое свидетельствует о консолидации генов, было рассчитано по гену β -LG – 82,0 %, а по гену PRL оно составило 51,0 %. Величина полиморфности локуса Na, оценивающая обратную степень гомозиготности, изучаемых генов и степень генетической изменчивости составили 1,22 и 15,0 % для гена β -LG; 1,97 и 46,0 % – для гена PRL.

Уровень наблюдаемой Hobs и ожидаемой Hex гетерозиготности гена бета-лактоглобулин был относительно схожим – 0,25 и 0,22 соответственно. Показатель Hobs по гену PRL был высоким (6,5), в 6,7 раза превышал уровень ожидаемой гетерозиготности (0,97).

Критерий соответствия Пирсона χ^2 гена β -LG составил 17,5. Это указывает на то, что наблюдаемое распределение генотипов не соответствует прогнозируемому, поскольку большинство особей по данному гену гомозиготны. Учитывая данные показателя χ^2 , было доказано, что генетическое равновесие для гена пролактин соблюдается, критерий соответствия Пирсона = 0,37.



Тест гетерозиготности ТГ, свидетельствующий об уровне генетического разнообразия, в выборке овец российского мясного мериноса, в гене β -LG приближался к нулю, но при этом был положительным – 0,03. Для гена PRL данный показатель составил 5,54.

Дальнейшие исследования были направлены на изучение показателей молочной продуктивности овцематок. В связи с этим была установлена взаимосвязь между влиянием полиморфного состояния генов β -LG, PRL и показателей молочной продуктивности овец породы российский мясной меринос (таблица 2).

Таблица 2 – Молочная продуктивность овец породы российский мясной меринос разных генотипов

Table 2 – Dairy productivity of Russian meat merino sheep of different genotypes

| Генотип | Удой, кг | Жир, % | Белок, % |
|------------------------------------|------------|-----------|-----------|
| | M±m | M±m | M±m |
| <i>β-LG</i> | | | |
| β -LG ^{AB} (n = 6) | 70,10±0,85 | 6,65±0,05 | 5,33±0,04 |
| β -LG ^{BB} (n = 24) | 68,44±0,87 | 7,61±0,04 | 5,37±0,05 |
| <i>PRL</i> | | | |
| PRL ^{AB} (n = 26) | 69,75±0,92 | 6,59±0,06 | 5,10±0,03 |
| PRL ^{BB} (n = 4) | 68,68±0,74 | 7,54±0,08 | 5,27±0,06 |

Овцематки с гетерозиготным вариантом β -LG^{AB} отличились высоким (70,10 кг) удоем, который был выше на 2,43 % в сравнении с животными, имеющими генотип β -LG^{BB}. В молоке, полученном от овец с гомозиготным вариантом β -LG^{BB}, содержание жира составило 7,61 %, что на 0,96 абс.% больше, чем у животных с гетерозиготным генотипом (6,65 %). При этом разность сравниваемых групп оказалась достоверной при $P < 0,01$. В молоке особей с генотипами β -LG^{AB} и β -LG^{BB} содержание белка было почти равным – 5,33 и 5,37 % соответственно.

Результаты исследований молочной продуктивности овцематок породы российский мясной меринос показали, что по гену пролактин большим количеством молока (69,75 кг) отличались животные-носители гетерозиготного генотипа PRL^{AB}. Они на 1,56 % превосходили сверстниц-носителей гомозиготного варианта PRL^{BB}. По содержанию жира в молоке овцематки с генотипами PRL^{BB} превосходили животных-носителей гетерозиготного генотипа PRL^{AB} на 0,95 абс.%, разница оказалась достоверной при $P < 0,01$. По содержанию белка достоверная разница не выявлена и составила 0,17 абс.%.

Полученные нами данные по надоям овец породы РММ свидетельствуют о превосходстве генотипа β -LG^{AB} и согласуются с исследованиями, проведенными I.J. Giambra et al. на овцах восточно-фризской породы [13]. По результатам, полученным А. М. Ramos et al., отмечается превосходство в процентном содержании жира и белка в молоке животных-носителей гомозиготного генотипа PRL^{BB} породы Serra da Estrela (Серра-да-Эштрела), что также согласуется с нашими исследованиями [12].

Заключение. В результате молекулярно-генетического анализа установлено, что полиморфизм генов β -LG (бета-лактоглобулин) и PRL (пролактин) у овцематок породы российский мясной меринос представлен двумя аллелями: β -LG^A, β -LG^B и PRL^A, PRL^B. В изучаемой выборке выявлено отсутствие животных-носителей гомозиготных генотипов β -LG^{AA} и PRL^{AA}. Установлено, что овцематки породы российский мясной меринос носители гетерозиготных генотипов β -LG^{AB} и PRL^{AB} превосходили сверстниц-носителей гомозиготных генотипов β -LG^{BB} и PRL^{BB} по удою, но при этом уступали им по содержанию жира и белка в молоке.

Изучение влияния генов-маркеров на молочную продуктивность овец разных пород является актуальным, так как может свидетельствовать о возможности проведения селекционной работы, направленной на повышение этого показателя с помощью MAS.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амерханов Х. А. Современные реалии российского овцеводства // Сельскохозяйственный журнал. 2017. Т. 1. № 10. С. 3–7.
2. Аязбекова М. А. Овечье молоко – резервный потенциал для производства молочных продуктов // Технические науки – от теории к практике. 2017. № 2(62). С. 89–93.
3. Баситов К. Т., Юлдашбаев Ю. А., Прманшаев М. Молочная продуктивность мясных пород овец разного происхождения на Юго-Востоке Казахстана // Овцы, козы, шерстяное дело. 2023. № 1. С. 28–29. EDN NNAAMX.
4. Костылев М. Н., Барышева М. С. Оценка молочной продуктивности овец романовской породы // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Вологда – Молочное, Вологодский научный центр Российской академии наук, 28 февраля 2019. Вологда – Молочное; 2019. С. 92–98. EDN ZRLYYG.



5. Молочная продуктивность овец казахской курдючной грубошерстной породы / Д. К. Ибраев [и др.] // Интернаука. 2020. № 39(168). С. 25–27. EDN DXPPAV.
6. Молочная продуктивность овец грубошерстных пород / Б. Ы. Атайбеков [и др.] // Селекционные и технологические аспекты интенсификации производства продуктов животноводства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 150-летию со дня рождения академика М.Ф. Иванова, М., Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 03–04 марта 2022. Москва; 2022. Ч. I. С. 330–333. EDN FNLNKD.
7. Погодаев В. А., Суржикова Е. С., Евлагина Д. Д. Полиморфизм комплексных генотипов генов CAST, GH, GDF9 у баранов породы шароле и молодняка с кровностью 1/2 калмыцкая курдючная × 1/2 шароле в зависимости от живой массы и экстерьерных показателей // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5(103). С. 332–339. DOI: 10.37670/2073-0853-2023-103-5-332-339.
8. Подкорытов Н. А., Подкорытов А. А. Влияние возраста первой случки на молочную продуктивность мясошерстных овцематок // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2022. № 6(212). С. 49–54. DOI 10.53083/1996-4277-2022-212-6-49-54.
9. Полиморфизм генов CAST, GH, GDF9 овец горно-алтайской породы / М. И. Селионова [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 1. С. 92–100.
10. Распределение частоты встречаемости аллелей гена кальпастина у овец разных пород (обзор) / З. К. Гаджиев [и др.] // Аграрный научный журнал. 2023. № 5. С. 72–78. DOI 10.28983/asj.y2023i5pp72-78.
11. Уримбетов А. А., Бобокулов Н. А. Молочность каракульских овец окраски сур каракалпакского породного типа // Овцы, козы, шерстяное дело. 2022. № 1. С. 24–26. DOI 10.26897/2074-0840-2022-1-24-26.
12. Candidate genes for milk production traits in Portuguese dairy sheep / A. M. Ramosa, C. A. P. Matosb, P. A. Russo-Almeidaa, C. M. V. Bettencourtb, J. Matosc, A. Martinsa, C. Pinheirod, T. Rangel-Figueiredoa // Small Ruminant Research. 2009. Vol. 82. P. 117–121. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2009.02.007.
13. Giambra I. J., Brandt H., Erhardt G. Milk protein variants are highly associated with milk performance traits in East Friesian Dairy and Lacaune sheep // Small Ruminant Research. 2014. Vol. 121. P. 382–394. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2014.09.001.
14. Polymorphisms of α -lactalbumin, β -lactoglobulin and prolactin genes are highly associated with milk composition traits in Spanish Merino sheep / P. Padilla, M. Izquierdo, M. Martínez-Trancón, J. C. Parejo, A. Rabasco, J. Salazar, J. A. Padilla // Livest. Sci. 2018. Vol. 217. P. 26–29. DOI: 10.1016/j.livsci.2018.09.012.

REFERENCE

1. Amerkhanov H. A. Modern realities of Russian sheep breeding. *Agricultural Magazine*. 2017;1(10):3–7. (In Russ.).
2. Ayazbekova M. A. Sheep's milk – reserve potential for the production of dairy products. *Technical Sciences – from Theory to Practice*. 2017;2(62):89–93. (In Russ.).
3. Basitov K. T., Yuldashbayev Yu. A., Prmanshaev M. Dairy productivity of meat breeds of sheep of different origin in the South-East of Kazakhstan. *Sheep, Goats, Wool Business*. 2023;(1):28–29. (In Russ.). EDN NNAAMX.
4. Kostylev M. N., Barysheva M. S. Evaluation of dairy productivity of Romanov sheep // Agrarian science at the present stage: state, problems, prospects: materials of the II international scientific and practical conference, Vologda–Molochnoye, February 28, 2019. Vologda – Molochnoye: Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; 2019. P. 92–98. (In Russ.). EDN ZRLYYG.
5. Dairy productivity of sheep of the Kazakh short-tailed coarse-haired breed / D. K. Ibraev, G. K. Doldasheva, I. E. Mukhametzharova, A. H. Muldasheva. *Internauka*. 2020;39(168):25–27. (In Russ.). EDN DXPPAV.
6. Dairy productivity of coarse-haired sheep / B. Y. Ataibekov, Yu. A. Yuldashbayev, G. A. Poghosyan, A.V. Gubina. Breeding and technological aspects of intensification of livestock production: based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical conference with international participation dedicated to the 150th anniversary of the birth of Academician M.F. Ivanov, Moscow, Russian State Agrarian University – K. A. Timiryazev Agricultural Academy, March 03–04 2022. Moscow; 2022. P. I. P. 330–333. (In Russ.). EDN FNLNKD.
7. Pogodaev V. A., Surzhikova E. S., Evlagina D. D. Polymorphism of complex genotypes of CAST, GH, GDF9 genes in Charolais sheep and young animals with a bloodline of 1/2 Kalmyk kurdychnaya × 1/2 Charolais depending on body weight and exterior indicators. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2023;5(103): 332–339. (In Russ.). DOI: 10.37670/2073-0853-2023-103-5-332-339.
8. Podkorytov N. A., Podkorytov A. A. The influence of the age of the first mating on the milk productivity of meat-wool sheep. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2022;6(212):49–54. (In Russ.). DOI: 10.53083/1996-4277-2022-212-6-49-54.
9. Polymorphism of CAST, GH, GDF9 genes of sheep of the Gorno-Altai breed / M. I. Selionova, L. N. Chizhova, E. S. Surzhikova, N. A. Podkorytov, A. T. Podkorytov. *Siberian Bulletin of Agricultural Science*. 2020;50(1):92–100. (In Russ.).
10. Distribution of the frequency of occurrence of alleles of the calpastatin gene in sheep of different breeds (review) / Z. K. Gadzhiev et al. *Agrarian Scientific Journal*. 2023;(5):72–78. (In Russ.). DOI: 10.28983/asj.y2023i5pp72-78.
11. Urimbetov A. A., Bobokulov N. A. Milk content of Karakul sheep of the sur color of the Karakalpak breed type. *Sheep, Goats, Woolen Business*. 2022;(1):24–26. (In Russ.). DOI: 10.26897/2074-0840-2022-1-24-26.
12. Candidate genes for milk production traits in Portugal se dairy sheep / A. M. Ramosa, C. A. P. Matosb, P. A. Russo-Almeidaa, C. M. V. Bettencourtb, J. Matosc, A. Martinsa, C. Pinheirod, T. Rangel-Figueiredoa. *Small Ruminant Research*. 2019;82:117–121. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2009.02.007.
13. Giambra I. J., Brandt H., Erhardt G. Milk protein variants are highly associated with milk performance traits in East Friesian Dairy and Lacaune sheep. *Small Ruminant Research*. 2014;121:382–394. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2014.09.001.
14. Polymorphisms of α -lactalbumin, β -lactoglobulin and prolactin genes are highly associated with milk composition traits in Spanish Merino sheep / P. Padilla, M. Izquierdo, M. Martínez-Trancón, J. C. Parejo, A. Rabasco, J. Salazar, J. A. Padilla. *Livest. Sci*. 2018;217:26–29. DOI: 10.1016/j.livsci.2018.09.012.

Статья поступила в редакцию 03.06.2024; одобрена после рецензирования 28.06.2024; принята к публикации 01.07.2024.
The article was submitted 03.06.2024; approved after reviewing 28.06.2024; accepted for publication 01.07.2024.

