

АССОЦИАЦИИ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА СОМАТОТРОПИНА (GH) С ПОКАЗАТЕЛЯМИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ

✉ Ярышкин А.А., Шаталина О.С., Ткаченко И.В., Лешонок О.И.

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук

Екатеринбург, Россия

✉ e-mail: x2580x@yandex.ru

Исследования проведены в лаборатории молекулярно-генетической экспертизы в 2018 и 2019 гг. в рамках государственного задания по теме «Разработка селекционно-генетических и теоретических основ сохранения и эффективного использования генофонда крупного рогатого скота в Уральском регионе с применением современных биотехнологий». Объект исследования – крупный рогатый скот голштинизированной черно-пестрой породы. Основная задача – анализ степени влияния полиморфизма гена соматотропина (GH) на показатели молочной продуктивности. В процессе изучения выделено ДНК 270 коров, на основе полученных данных определен полиморфизм гена соматотропина, установлена взаимосвязь различных генотипов с показателями живой массы, удоя, массовой доли белка и массовой доли жира в молоке. Результаты биометрически обработаны при помощи программы IBM SPSS Statistics 23. Выявлено, что *LL* является основным генотипом гена GH среди представителей голштинизированной черно-пестрой породы (частота встречаемости 77,0%). Доля генотипов *LV* и *VV* в популяции составляет 21,9 и 1,1% соответственно. Во время наблюдения коровы – носительницы генотипа *LL* – показывали более высокие удои по первой и третьей лактациям. Разница со сверстницами у них составила 202–2334 кг ($p \leq 0,05$). Зафиксирована тенденция к увеличению содержания белка в молоке у животных с генотипом *VV*. По первой лактации разница с носительницами генотипов *LL* и *LV* достигала 0,03 и 0,06% соответственно. По третьей лактации особи с генотипом *VV* превосходили сверстниц по содержанию белка на 0,07 и 0,12% соответственно.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, соматотропин, полиморфизм, удои, массовая доля жира, массовая доля белка, живая масса, первая лактация, третья лактация

ASSOCIATIONS OF SOMATOTROPIN (GH) GENE POLYMORPHISM WITH LACTATION PERFORMANCE OF COWS

✉ Yaryshkin A.A., Shatalina O.S., Tkachenko I.V., Leshonok O.I.

Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
Yekaterinburg, Russia

✉ e-mail: x2580x@yandex.ru

The research was conducted in the laboratory of molecular genetic expertise in 2018 and 2019 within the framework of the state assignment on the topic "Development of genetic-selection and theoretical foundations for the conservation and effective use of the gene pool of cattle in the Ural region with the use of modern biotechnologies". The object of the study is the cattle of Holsteinized black-and-white breed. The main task is to analyze the degree of influence of the somatotropin (GH) gene polymorphism on lactation performance indicators. In the course of the study, DNA from 270 cows was isolated, the polymorphism of the somatotropin gene was determined based on the obtained data, and the relationship between different genotypes and indicators of live weight, milk yield, protein mass fraction and fat mass fraction in milk was established. The results were biometrically processed using IBM SPSS Statistics 23 software program. It was revealed that *LL* is the main genotype of the GH gene among the representatives of the Holsteinized black-and-white breed (frequency of occurrence 77.0%). The proportion of *LV* and *VV* genotypes in the population is 21.9 and 1.1%, respectively. During the observation period, cows carrying the *LL* genotype showed higher milk yields in the first and third lactations. The difference with their peers was 202-2334 kg

($p \leq 0.05$). A tendency towards increased protein content in milk was recorded in animals with the VV genotype. In the first lactation, the difference with LL and LV genotype carriers was 0.03 and 0.06%, respectively. In the third lactation, individuals with the VV genotype surpassed their female counterparts in protein content by 0.07 and 0.12%, respectively.

Keywords: cattle, somatotropin, polymorphism, milk yield, MFF, MFP, live weight, first lactation, third lactation

Для цитирования: Ярышкин А.А., Шаталина О.С., Ткаченко И.В., Лешонок О.И. Ассоциации полиморфизма гена соматотропина (GH) с показателями молочной продуктивности коров // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 4. С. 107–113. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-4-12>

For citation: Yaryshkin A.A., Shatalina O.S., Tkachenko I.V., Leshonok O.I. Associations of somatotropin (GH) gene polymorphism with lactation performance of cows. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 4, pp. 107–113. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-4-12>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Авторы выражают благодарность сотрудникам отдела животноводства и иммуногенетической экспертизы, а также специалистам племенных организаций, предоставивших пробы крови крупного рогатого скота и данные по зоотехническому учету.

Acknowledgements

The authors express their gratitude to the staff of the Department of Animal Husbandry and Immunogenetic Expertise and specialists of the relevant organizations who provided blood samples of cattle and data on livestock record keeping.

ВВЕДЕНИЕ

Расширение сферы использования маркерной селекции в племенном животноводстве позволило повысить обеспечение нашей страны молочными и мясными продуктами. Изучение генов-кандидатов (ген каппа-казеина, лактоглобулина, кальпаина и соматотропина) дает возможность с помощью селекции получать животных, отличающихся высокими удоями, массовой долей белка в молоке, нежностью мяса и т.д. Также немаловажное значение имеет исследование генетической структуры популяций крупного рогатого скота (*Bos taurus*) различных пород^{1, 2}. Например, было установлено, что у животных холмогорской и гол-

штинской пород преобладают генотип GH^{LL} и аллель GH^L [1], для айширской породы более характерен аллель L (встречаемость 61,5%). Среди представителей ярославской породы генотип LL имеют 65% животных [2, 3]. В герефордской породе преобладает генотип LL гена соматотропина [4]. Кроме того, исследованы симментальская и украинская красная степная породы крупного рогатого скота³ [5].

Поскольку соматотропин (GH) является гормоном роста, можно предположить, что его ген связан с набором живой массы у крупного рогатого скота^{4, 5}. Также имеются данные о взаимосвязи гена соматотропина с молочной продуктивностью [6–9]. Такого

¹Тюлькин С.В., Ахметов Т.М., Валиуллина Э.Ф., Вафин Р.Р. Полиморфизм по генам соматотропина, пролактина, лептина, тиреоглобулина быков-производителей // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. № 4 (16). С. 1008–1012.

²Hayes B.J., Mcpartlan H., Goddard M.E., Chamberlain A.J., Maceachern S., Savin K., Sethuraman L., Macleod I. A genome map of divergent artificial selection between *Bos Taurus* dairy cattle and *BOS taurus* beef cattle // *Animal genetics*. 2009. N 2 (40). P. 176–184.

³Долматова И.Ю., Ильясов А.Г. Связь полиморфизма гена соматотропина крупного рогатого скота симментальской породы с продуктивностью // Зоотехния. 2008. № 5. С. 6–8.

⁴Солошенко В.А., Гончаренко Г.М., Инербаев Б.О., Храмова И.А., Горячева Т.С., Гришина Н.Б. Влияние полиморфизма генов тиреоглобулина и соматотропина на интенсивность роста у крупного рогатого скота // Проблемы биологии продуктивных животных. 2011. № 1. С. 55–58.

⁵Grala T.M., Phyn C.V., Sheahan A.J., Lee J.M., Roche J.R., Lucy M.C. Somatotropic axis and concentrate supplementation in grazing dairy cows of genetically diverse origin // *Journal of dairy science*. 2011. N 1 (94). P. 303–315.

рода исследования проведены в России, Индонезии, Турции, Китае и Индии⁶⁻⁹ [10–12].

Целью нашего исследования являлось определение степени влияния полиморфизма гена соматотропина на молочную продуктивность и живую массу крупного рогатого скота голштинизированной черно-пестрой породы. В задачи входил анализ распространенности различных генотипов и аллелей соматотропина в популяции и уровня воздействия конкретных генотипов на удой, показатели массовой доли жира (МДЖ) и массовой доли белка (МДБ).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Впервые в Уральском регионе на генетическом материале голштинизированного черно-пестрого скота был изучен полиморфизм животных по локусам соматотропина, определена его связь с хозяйственно-полезными признаками.

Исследования проводили в 2018 и 2019 гг. в лаборатории молекулярно-генетической экспертизы. Для ДНК-диагностики у 270 представителей черно-пестрого голштинизированного скота были взяты пробы крови. Кровь, набранную из хвостовой вены, вносили в пробирки со 100 мМ ЭДТА (этилендиаминтетрауксусной кислоты) до конечной концентрации 10 мМ. Выделение ДНК проводили согласно протоколу фирмы «Синтол» (Россия). Генотипирование животных по гену GH осуществляли методом ПЦР–ПДРФ по методике С.В. Тюлькина с соавт. (см. сноску 1) с использованием амплификатора Bio-Rad PTC-225 DNA Engine Tetrad Cyclor (Bio-Rad Lab., США).

Перечень хозяйственно-полезных признаков (удой, МДЖ, МДБ, живая масса) составлен на основе программы «АРМ

“СЕЛЭКС. Молочный скот”». В ходе исследования использованы показатели за первую и третью лактации (по 305 дней в каждый период), так как продуктивное долголетие коров составляет в среднем три лактации. Такой подход дает возможность проследить проявление влияния генотипов на всем протяжении хозяйственного использования животного.

Частоту встречаемости генотипов рассчитывали по формуле

$$p = n/N,$$

где p – частота определения генотипа; n – количество особей, имеющих данный генотип; N – общее число животных. Установлены средние значения изучаемых признаков и ошибки средних. Результаты обработаны при помощи программы IBM SPSS Statistics 23.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сначала определили, какие генотипы гена соматотропина встречаются в популяции (см. рис. 1). Установили, что LV -полиморфизм гена гормона роста представлен двумя аллелями – L и V , составляющими три генотипа: LL , LV и VV . Генотип LL представлен одной нижней полосой, расположенной на 159 п. н., генотип VV – одной верхней полосой, расположенной на 211 п. н., генотип LV – двумя полосами, расположенными на 159 и 211 п. н.

Затем установили частоту встречаемости LV -полиморфизма гена соматотропина у исследуемых животных (см. рис. 2).

Самым распространенным генотипом оказался вариант LL : частота его встречаемости 77,0%. На 2-м месте находится генотип LV (21,9%). Генотип VV крайне редок: отмечен лишь у 1,1% животных. Частота

⁶Pawar R.S., Tajane K.R., Joshi C.G., Rank D.N., Bramkshtri B.P. Growth hormone gene polymorphism and its association with lactation yield in dairy cattle // Indian journal of animal sciences. 2007. N 9 (77). P. 884–888.

⁷Урядников М.В. Молочная продуктивность черно-пестрых коров с разным генотипом по гену соматотропина // Зоотехния. 2010. № 8. С. 2–3.

⁸Smaragdov M.G. Study of the association between alleles of the growth hormone receptor and prolactin receptor genes of bulls and the milk productivity of their daughters // Russian journal of genetics. 2012. N 9 (48). P. 927–932.

⁹Guo L.Z., Shan L.G., Zhu Q., Yu H.W., Hai G.J., Liu C. Association of genetic polymorphism in GH gene with milk production traits in beijing holstein cows // Journal of biosciences. 2005. N 5 (30). P. 595–598.

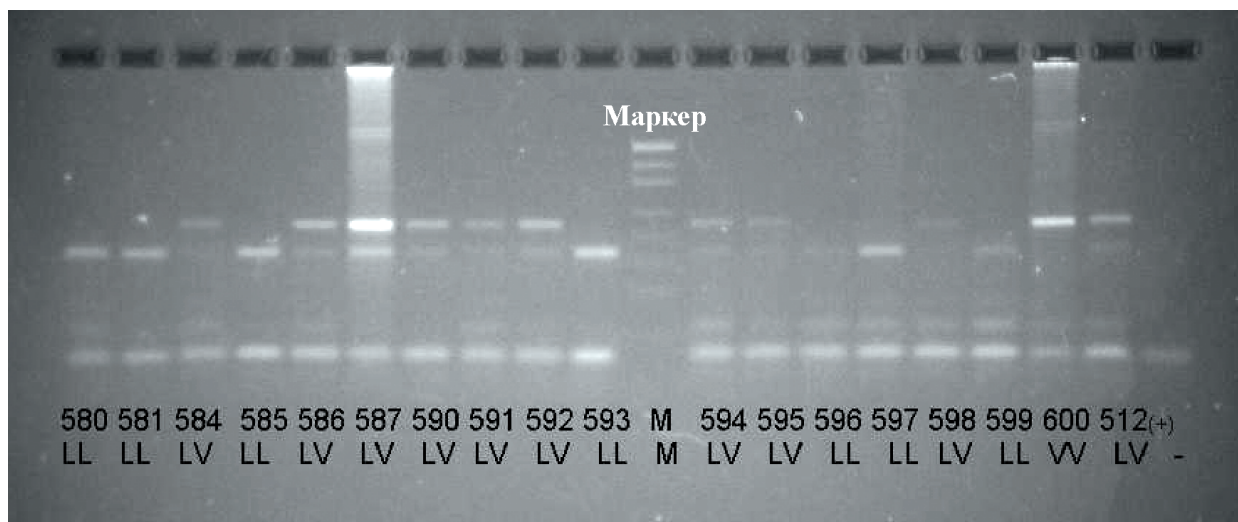


Рис. 1. Фореграмма *LV*-полиморфизма гена соматотропина:

М – маркер молекулярного веса; 580, 581, 585, 593, 596, 597, 599 – генотип *LL*; 584, 586–592, 594, 595, 598, 512 (положительный контроль) – генотип *LV*

Fig. 1. Foregram of *LV*-polymorphism of the somatotropin gene:

М – molecular weight marker; 580, 581, 585, 593, 596, 597, 599 – *LL* genotype; 584, 586–592, 594, 595, 598, 512 (positive control) – *LV* genotype

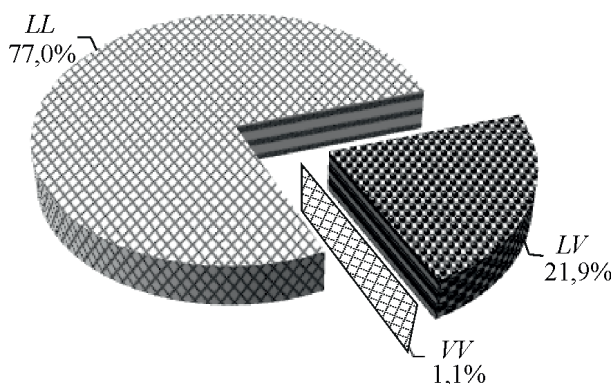


Рис. 2. Частота встречаемости различных генотипов гормона роста в выборке

Fig. 2. The occurrence of growth hormone genotypes in the sample

встречаемости аллеля *L* составила 0,883%, аллеля *V* – 0,117%. Аналогичные данные получены и другими учеными [2, 12].

В табл. 1 приведены результаты исследования взаимосвязи генотипов соматотропина с хозяйственно-полезными признаками коров на основе данных за первую лактацию.

Таким образом, от коров с генотипом *LL* было получено на 602 кг молока больше, чем от животных с генотипом *LV* ($p \leq 0,01$), и на 2334 кг молока больше по сравнению с представителями генотипа *VV* ($p \leq 0,05$). По живой массе особи с генотипом *LL* на 17 кг превосходили носителей генотипа *LV* ($p \leq 0,01$), на 2 кг – носителей генотипа *VV*.

Табл. 1. Молочная продуктивность и живая масса коров с различными генотипами соматотропина в период первой лактации ($n = 270$; $X \pm S_x$)

Table 1. Indicators of milk productivity and live weight of cows for the first lactation with different genotypes of somatotropin ($n = 270$; $X \pm S_x$)

Генотип	Количество голов	Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	Живая масса, кг
<i>LL</i>	206	8008 $\pm$ 103	3,99 $\pm$ 0,01	3,09 $\pm$ 0,01	577 $\pm$ 2
<i>LV</i>	62	7406 $\pm$ 165	3,96 $\pm$ 0,03	3,06 $\pm$ 0,01	560 $\pm$ 5
<i>VV</i>	2	5674 $\pm$ 875	4,15 $\pm$ 0,20	3,12 $\pm$ 0,10	575 $\pm$ 177
<i>LV–LL</i>	–	–602**	–0,03	–0,03*	–17**
<i>VV–LL</i>	–	–2334*	0,16	0,03	–2

* $p \leq 0,05$.

** $p \leq 0,01$.

Табл. 2. Молочная продуктивность и живая масса коров с различными генотипами соматотропина в период третьей лактации ($n = 270$; $X \pm S_x$)

Table 2. Indicators of milk productivity and live weight of cows for the third lactation with different genotypes of somatotropin ($n = 270$; $X \pm S_x$)

Генотип	Количество голов	Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	Живая масса, кг
<i>LL</i>	206	9297 ± 132	3,95 ± 0,01	3,17 ± 0,01	644 ± 4
<i>LV</i>	62	9095 ± 264	3,98 ± 0,03	3,12 ± 0,02	644 ± 9
<i>VV</i>	2	7106 ± 537	3,96 ± 0,52	3,24 ± 0,15	661 ± 69
<i>LV-LL</i>	—	—202	0,03*	—0,05	0
<i>VV-LL</i>	—	—2191*	0,01	0,07	17

* $p \leq 0,001$.

По содержанию молочного жира коровы с генотипом *VV* на 0,16% опережали животных с генотипом *LL*. По содержанию белка в молоке носительницы генотипа *LL* превосходили носительниц генотипа *LV* на 0,03% ($p \leq 0,05$). При этом коровы, обладающие генотипом *VV*, отличались наивысшим содержанием белка – 3,12%.

В табл. 2 представлены результаты исследования взаимосвязи живой массы коров и их молочной продуктивности за третью лактацию с *LV*-полиморфизмом гена соматотропина.

Установлено, что животные с генотипом *LL* на 202 кг превосходят по удою животных с генотипом *LV*, с генотипом *VV* – на 2191 кг ($p \leq 0,001$). Коровы – носительницы генотипа *VV* – имеют более высокое содержание белка в молоке. Разница со сверстницами у них составляет от 0,07 до 0,12%. Представители генотипа *LV* по показателям МДЖ опережают носительниц генотипов *LL* и *VV* на 0,03 и 0,02% соответственно. Особи с генотипом *VV* имеют большую живую массу, чем животные с генотипами *LL* и *LV* (разница составляет 17 кг). Ввиду малой распространенности генотипа *VV* сложно сделать выводы о его влиянии на живую массу и хозяйственно-полезные качества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установлено, что в популяции голштинизированного черно-пестрого скота значительно преобладают носители генотипа *LL*, в то время как генотип *VV* имеют единичные особи. Аллель *L* встречается у 88% животных.

По итогам первой лактации молочная продуктивность коров с генотипом *LL* оказалась на 600–2000 кг выше, чем у носительниц других генотипов, по содержанию жира и белка в молоке отличились носительницы генотипа *VV*, что связано с низкой молочной продуктивностью.

По результатам третьей лактации от представительниц генотипа *LL* было получено молока на 200–2000 кг больше, чем от носительниц других генотипов, у животных с генотипом *VV* зафиксирован меньший удой, но большее содержание белка в молоке.

На основе проведенных исследований можно сделать выводы, что генотип *LL* обуславливает обильномолочность коров голштинизированной черно-пестрой породы, а животные с генотипом *VV* имеют тенденцию к высокому содержанию белка в молоке. Следовательно, можно рекомендовать сельскохозяйственным организациям для повышения молочной продуктивности поголовья вести селекционную работу по увеличению количества коров – носительниц генотипа *LL*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багаль Е.И., Павлова И.Ю., Хабибрахманова Я.А., Калашикова Л.А., Ялуга В.Л. Генотипирование холмогорского и голштинского скота по генам пролактина и соматотропина // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 5. С. 11–13.
2. Бобрышова Г.Т., Суржикова Е.С., Чудновец А.И. Полиморфизм гена гормона роста (GH) и его взаимосвязь с продуктивны-

- ми качествами коров ярославской породы // Главный зоотехник. 2019. № 12. С. 31–37.
3. Некрасов Д.К., Колганов А.Е., Калашикова Л.А., Семашкин А.В. Взаимосвязь полиморфных вариантов генов пролактина, гормона роста и каппа-казеина с молочной продуктивностью коров ярославской породы // Аграрный вестник Верхневолжья. 2017. № 1 (18). С. 40–48.
 4. Dzhulamanov K.M., Gerasimov N.P., Dubovskova M.P., Baktygalieva A.T. Polymorphisms of CAPN1, CAST, GDF5, TG5 and GH genes in Russian Hereford cattle // Bulgarian journal of agricultural science. 2019. N 25 (23). P. 75–79.
 5. Копылов К.В., Бирюкова О.Д., Березовский А.В., Басовский Д.Н. Генетический мониторинг в стаде украинской красно-пестрой молочной породы по комплексу генов // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2015. № 1 (116). С. 28–31.
 6. Валитов Ф.Р. Взаимосвязь полиморфных вариантов гена соматотропина и тиреоглобулина с молочной продуктивностью коров черно-пестрой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (72). С. 284–287.
 7. Позовникова М.В., Сердюк Г.Н., Погорельский И.А., Тулинов О.В. Генетическая структура коров молочных пород по ДНК-маркерам и влияние их генотипов на молочную продуктивность // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 2. С. 8–12.
 8. Сафина Н.Ю., Гилемханов И.Ю., Зиннатова Ф.Ф., Шакиров Ш.К. Характеристика молочной продуктивности коров-первотелок с разными генотипами соматотропина (GH) // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (54). С. 58–61. DOI: 10.12737/article_5db9535ed384a3.87060395.
 9. Юльметьева Ю.Р., Шакиров Ш.К. Участие генов-кандидатов липидного обмена в формировании продуктивности коров // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 1. С. 10–13.
 10. Sari E.M., Yunus M., Noor R.R., Sumantri C., Han J.L. Identification of single nucleotide polymorphism on growth hormone gene in Aceh cattle // Media peternakan. 2013. N 1 (36). P. 21–25. DOI: 10.5398/medpet.2013.36.1.21.
 11. Özkan Ünal E., Sönmez G., Soysal M.İ., Kepenek E.Ş., Dinç H., Özer F., Togan İ.Z. Growth hormone (GH), prolactin (PRL), and diacylglycerol acyltransferase (DGAT1) gene polymorphisms in Turkish native cattle // Turkish journal of zoology. 2015. N 5 (39). P. 734–748. DOI: 10.3906/zoo-1409-9.
 12. Chessa S., Nicolazzi E.L., Nicoloso L., Negri R., Marino R., Ajmone Marsan P., Vicario D., Valentini A. Analysis of candidate snps affecting milk and functional traits in the dual-purpose Italian Simmental cattle // Stefanon Livestock science. 2015. Vol. 173. P. 1–8. DOI: 10.1016/j.livsci.2014.12.015.
- ## REFERENCES
1. Bagal E.I., Pavlova I.Yu., Khabibrakhmanova Ya.A., Kalashnikova L.A., Yaluga V.L. Genotyping Kholmogor and Holstein cattle in the genes of prolactin and somatotropin. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennih nauk = Vestnik of the Russian Agricultural Science*, 2014, no. 5, pp. 11–13. (In Russian).
 2. Bobryshova G.T., Surzhikova E.S., Chudnovets A.I. Polymorphism of the growth hormone gene (GH) and its relationship with the productive qualities of cows of the Yaroslavl breed. *Glavniy zootekhnik = Head of Animal Breeding*, 2019, no. 12, pp. 31–37. (In Russian).
 3. Nekrasov D.K., Kolganov A.E., Kalashnikova L.A., Semashkin A.V. The relationship of polymorphic variants of genes of the prolactin, growth hormone and kappa-casein with milk productivity of cows of the Yaroslavl breed. *Agrarniy vestnik Verkhnevolzhiya = Agrarian journal of Upper Volga region*, 2017, no. 1 (18), pp. 40–48. (In Russian).
 4. Dzhulamanov K.M., Gerasimov N.P., Dubovskova M.P., Baktygalieva A.T. Polymorphisms of CAPN1, CAST, GDF5, TG5 and GH genes in Russian Hereford cattle. *Bulgarian journal of agricultural science*, 2019, no. 25 (23), pp. 75–79.
 5. Kopylov K.V., Biryukova O.D., Berезovsky A.V., Basovsky D.N. The genetic monitoring in the herd of the Ukrainian Red-and-White dairy breed on gene complex. *Technologii proizvodstva i pererabotki produkzii zhivotnovodstva = Technology of production and processing of cattle breeding products*, 2015, no. 1 (116), pp. 28–31.
 6. Valitov F.R. Association of polymorphic variants of somatotropin and thyroglobulin genes with milk yields of Black-and-White cows.

- Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2018, no. 4 (72), pp. 284–287. (In Russian).
7. Pozovnikova M.V., Serdyuk G.N., Pogorelsky I.A., Tulinov O.V. Genetic structure of milk cows in relation to DNA-markers and influence of their genotypes on lactation performance. *Molochnoye i miasnoye skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*, 2016, no. 2, pp. 8–12. (In Russian).
8. Safina N.Yu., Gilemkhanov I.Yu., Zinnatova F.F., Shakirov Sh.K. Characteristics of milk productivity of cows-heifers with different genotypes of somatotropin (GH). *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Kazan State Agrarian University*, 2019, no. 3 (54), pp. 58–61. (In Russian). DOI: 10.12737/article_5db9535ed384a3.87060395.
9. Yulmet'eva Yu.R., Shakirov Sh.K. Involvement of lipid metabolism candidate genes in the productivity formation of cows. *Molochnoye i miasnoye skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*, 2017, no. 1, pp. 10–13. (In Russian).
10. Sari E.M., Yunus M., Noor R.R., Sumantri C., Han J.L. Identification of single nucleotide polymorphism on growth hormone gene in Aceh cattle. *Media peternakan*, 2013, no. 1 (36), pp. 21–25. DOI: 10.5398/medpet.2013.36.1.21.
11. Özkan Ünal E., Sönmez G., Soysal M.İ., Kepenek E.Ş., Dinç H., Özer F., Togan İ.Z. Growth hormone (GH), prolactin (PRL), and diacylglycerol acyltransferase (DGAT1) gene polymorphisms in Turkish native cattle. *Turkish journal of zoology*, 2015, no. 5 (39), pp. 734–748. DOI: 10.3906/zoo-1409-9.
12. Chessa S., Nicolazzi E.L., Nicoloso L., Negrini R., Marino R., Ajmone Marsan P., Vicario D., Valentini A. Analysis of candidate snps affecting milk and functional traits in the dual-purpose Italian Simmental cattle. *Stefanon Livestock science*, 2015, vol. 173, pp. 1–8. DOI: 10.1016/j.livsci.2014.12.015.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Ярышкин А.А.**, научный сотрудник;
адрес для переписки: Россия, 620142, г. Екатеринбург, ул. Белинского, 112а; e-mail: x2580x@yandex.ru

Шаталина О.С., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Ткаченко И.В., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

Лешонок О.И., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Andrey A. Varyshkin**, Researcher; address: 112a, Belinsky St., Yekaterinburg, 620142, Russia; e-mail: x2580x@yandex.ru

Olga S. Shatalina, Candidate of Science in Biology, Senior Researcher

Inga V. Tkachenko, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher

Oksana I. Leshonok, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 15.08.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 24.11.2022
Дата публикации / Published 22.05.2023