

DOI

УДК 636.082; 577.21

## ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ ЛЕПТИНА И ДИАЦИЛГЛИЦЕРОЛ-О-АЦИЛТРАНСФЕРАЗЫ У ГОЛШТИНИЗИРОВАННЫХ ЧЁРНО-ПЁСТРЫХ БЫКОВ

М. Ламара, Л.Р. Загидуллин, Т.М. Ахметов, Р.Р. Шайдуллин, С.В. Тюлькин

**Реферат.** Изучен аллельный полиморфизм и определена частота встречаемости генотипов по генам лептина (LEP) и диацилглицерол-О-ацилтрансферазы (DGAT1) у быков чёрно-пёстрой породы, принадлежащих к разным генеалогическим линиям голштинского скота. Среди животных анализируемой выборки была наибольшая частота генотипов LEP CT (53,4 %), DGAT1 AA (50,0 %) и аллелей LEP C (0,61), DGAT1 A (0,72). Изученная выборка племенных быков по отношению к голштинской породе структурно была представлена генеалогическими линиями В. Айдиала (77,6 %), М. Чифтейна (8,6 %), Р. Соверинга и С.Т. Рокита (по 6,9 %). Аналогичные исследования данных быков, принадлежащих к разным генеалогическим линиям, показали, что наибольшая встречаемость генотипов и аллелей была LEP CT (57,8 %), DGAT1 AA, DGAT1 AK (по 46,7 %), LEP C (0,60), DGAT1 A (0,70) по линии В. Айдиала, LEP CC, LEP CT (по 50,0 %), DGAT1 AA (100,0 %), LEP C (0,75), DGAT1 A (1,0) по линии Р. Соверинга, LEP CC, LEP CT (по 50,0 %), DGAT1 AA (75,0 %), LEP C (0,75), DGAT1 A (0,88) по линии С.Т. Рокита, LEP CC, LEP TT (по 40,0 %), DGAT1 AK (60,0 %) по линии М. Чифтейна, соответственно. Однако следует отметить, что по линии М. Чифтейна частота встречаемости аллелей LEP C, LEP T и DGAT1 A, DGAT1 K по двум изучаемым генам была равной и составила 0,50. Следует также отметить, что в популяции быков с разными генотипами по генам LEP, DGAT1 и неодинаковой линейной принадлежностью к голштинской породе генетическое равновесие не нарушено.

**Ключевые слова:** полиморфизм, частота встречаемости, генотип, аллель, LEP, DGAT1, бык, линия.

**Введение.** При рассмотрении влияния генотипа на продуктивные качества животных обычно учитывают генетическое влияние наследственности отца, влияние линейное принадлежности и кровности родителей, а также генотип особей по различным генам, ассоциированных с продуктивностью, определённый в результате ДНК-тестирования, на формирование продуктивных качеств животных. В этой связи большое значение играет поиск и выявление перспективных генов-маркеров, позволяющих более эффективно вести целенаправленную селекционную работу [1-3].

В качестве потенциальных маркеров молочной и мясной продуктивности, а также качества молока и мяса крупного рогатого скота могут выступать аллели и генотипы генов липидного обмена, а именно лептина (LEP) и диацилглицерол-О-ацилтрансферазы (DGAT1).

Многочисленные исследования указывают на то, что полиморфизм гена LEP оказывает влияние на удой [4-6], массовую долю жира в молоке [7-9], жирнокислотный состав молока [10, 11], количество соматических клеток в молоке [12-14] у крупного рогатого скота.

Также не меньшее количество исследований полиморфизма гена DGAT1 показало, что аллели и генотипы этого гена крупного рогатого скота ассоциируются с массовой долей жира в молоке [15-17] и другими характеристиками молочной продуктивности, в частности с удоем [17-19], массовой долей белка [16, 20, 21] и сахарозы в молоке [20], жирнокислотным составом молока [2, 22].

Цель исследований - изучение аллельного полиморфизма генов лептина и диацилглицерол-О-ацилтрансферазы у быков-

производителей голштинизированной чёрно-пёстрой породы, в т.ч. с учётом принадлежности к генеалогическим линиям молочного скота.

**Условия, материалы и методы.** Исследования были проведены на выборке чёрно-пёстрого скота в АО «Головное племенное предприятие «Элита» Высокогорского района Республики Татарстан.

Объектом исследований были 58 быков-производителей голштинизированной чёрно-пёстрой породы. Опытное поголовье было генотипировано по генам лептина (LEP) и диацилглицерол-О-ацилтрансферазы (DGAT1) методом ПЦР-анализа.

В исследовании использовались быки-производители относящиеся к генеалогическим линиям голштинской породы: Вис Айдиал 933122, Монтвик Чифтейн 95679, Рефлекшн Соверинг 198998, С.Т. Рокит 252803.

Биологическим материалом для ДНК-анализа послужила венозная кровь животных. Выделение ДНК проводилось с помощью коммерческого набора «ДНК-сорб В» (Интерлабсервис, Москва), порядок проведения выделения ДНК описан в инструкции производителя.

Аmplификацию проводили на амплификаторах: 4-канальный программируемый термостат для ПЦР «Терцик» (Россия) и ДНК-амплификатор DNA Engine PTC (США).

Для амплификации цельных фрагментов генов LEP и DGAT1 использовали следующие олигонуклеотидные праймеры, которые синтезированы в ООО «Синтол» (Россия):

1. Для проведения АС-ПЦР по гену LEP крупного рогатого скота [23, 24]:

- LEP-F1: 5/-GACGATGTGCCACGTGTGGTTTCTTCT GT-3/ (29 н.),

- LEP-R1: 5/-CGGTTCTACSTCGTCTCCC AGTCCCTCC-3/ (28 н.),

- LEP-F2: 5/-TGTCTTACGTGGAGGC TGTGCCAGCT-3/ (27 н.),

- LEP-R2: 5/-AGGGTTTTGGTGTTCATCC TGGACSTTT CG-3/ (29 н.).

2. Для проведения ПЦР-ПДРФ по гену DGAT1 крупного рогатого скота [25]:

- DGAT1-1: 5/-ccgcttgctcgtagcttccaag gtaacgc-3/ (30 н.),

- DGAT1-2: 5/-ccgcttgctcgtagcttggcag gtaacaa-3/ (30 н.),

- DGAT1-3: 5/-AGGATCCTCACCGCGG TAGGTCAGG-3/ (25 н.).

Температурный режим амплификации с данными праймерами был следующий: для гена LEP первый цикл – 5 мин при 94 °С; следующие 40 циклов: денатурация – 10 с при 94 °С, отжиг – 10 с при 63 °С, синтез – 10 с при 72 °С; элонгация – 5 мин при 72 °С; для гена DGAT1 первый цикл – 5 мин при 94 °С; следующие 40 циклов: денатурация – 10 с при 94 °С, отжиг (совмещён с синтезом) – 10 с при 72 °С; элонгация – 5 мин при 72 °С.

Полученные ампликоны подвергали рестрикции с помощью фермента-рестриктазы TaqI (ген DGAT1) (СибЭнзим, Россия) согласно протокола гидролиза ДНК рекомендуемого производителем.

После амплификации ампликонов (ген LEP) и рестрикции ампликонов (ген DGAT1) проводили горизонтальный электрофорез в 2,5 % агарозном геле и содержанием этидия бромидом 0,5 мкг/мл. Для визуализации и фиксирования фрагментов размером 239/164 bp

(генотип LEP CC), 239/164/131 bp (генотип LEP CT), 239/131 bp (генотип LEP TT) и 82/18 bp (генотип DGAT1 AA), 100/82/18 bp (генотип DGAT1 AK), 100 bp (генотип DGAT1 KK) с помощью гель-документирующей системы GelDoc+ (Bio-Rad, США). Молекулярные массы фрагментов устанавливали в сравнении со стандартными ДНК-маркерами 100 bp (10 фрагментов от 100 до 1000 bp), 100 bp + 1,5 Kb (11 фрагментов от 100 до 1500 bp) и 100 bp + 50 bp (11 фрагментов от 50 до 1000 bp), которые разгоняли одновременно с изучаемыми фрагментами ампликонов.

По результатам генотипирования крупного рогатого скота и в дальнейшем с учётом их линейной принадлежности рассчитали частоту встречаемости аллелей и генотипов по генам лептина (LEP C, LEP T и LEP CC, LEP CT, LEP TT) и диацилглицерол-О-ацилтрансферазы (DGAT1 A, DGAT1 K и DGAT1 AA, DGAT1 AK, DGAT1 KK).

Частоту встречаемости аллелей и генотипов, ожидаемую частоту генотипов, хи-квадрат в популяции рассчитывали по общепринятым формулам, используемым в ветеринарной генетике с основами вариационной статистики. Полученные цифровые значения обработаны биологической статистикой с использованием программного обеспечения Microsoft Excel.

**Результаты и обсуждение.** У быков-производителей голштинизированной чёрно-пёстрой породы была определена встречаемость аллелей и генотипов гена лептина (табл. 1).

Таблица 1 - Полиморфизм гена лептина у голштинизированного чёрно-пёстрого скота

Показатель	n	Частота генотипа						Частота аллеля		$\chi^2$
		CC		CT		TT		C	T	
		n	%	n	%	n	%			
<i>O</i>	58	20	34,5	31	53,4	7	12,1	0,61	0,39	0,81
<i>E</i>		21	36,2	28	48,3	9	15,5			

*O* – фактически наблюдаемый показатель, *E* – теоретически ожидаемый показатель, и в дальнейшем по тексту

Исследование племенных быков помесной чёрно-пёстрой породы показало, что в выборке 53,4 % животных несли гетерозиготный генотип LEP CT, тогда как гомозиготные генотипы LEP CC и LEP TT составили 34,5 % и 12,1 %, соответственно. Частота аллелей LEP C и LEP T по стаду составила 0,61 и 0,39, соответственно.

Дополнительные исследования распростра-

нения аллелей и генотипов гена лептина у быков голштинизированной чёрно-пёстрой породы в зависимости от линейной принадлежности к голштинской породе позволили определить, что наибольшая встречаемость генотипов LEP CT линии В. Айдиала (57,8 %), LEP CC и LEP CT (по 50,0 % каждого) линий Р. Соверинга и С.Т. Рокита, LEP CC и LEP TT (по 40,0 % каждого) линии М. Чифтейна. Ча-

Таблица 2 - Полиморфизм гена лептина у голштинизированного чёрно-пёстрого скота в зависимости от линейной принадлежности

Линия	n	Частота генотипа						Частота аллеля		$\chi^2$
		CC		CT		TT		C	T	
		n	%	n	%	n	%			
В. Айдиал	45	14	31,1	26	57,8	5	11,1	0,60	0,40	1,87
Р. Соверинг	4	2	50,0	2	50,0	-	-	0,75	0,25	0,44
М. Чифтейн	5	2	40,0	1	20,0	2	40,0	0,50	0,50	1,80
С.Т. Рокит	4	2	50,0	2	50,0	-	-	0,75	0,25	0,44

Таблица 3 - Полиморфизм гена диацилглицерол-О-ацилтрансферазы у голштинизированного чёрно-пёстрого скота

Показатель	n	Частота генотипа						Частота аллеля		$\chi^2$
		AA		AK		KK		A	K	
		n	%	n	%	n	%			
O	58	29	50,0	25	43,1	4	6,9	0,72	0,28	0,41
E		30	51,7	23	39,7	5	8,6			

Таблица 4 - Полиморфизм гена диацилглицерол-О-ацилтрансферазы у голштинизированного чёрно-пёстрого скота в зависимости от линейной принадлежности

Линия	n	Частота генотипов, %						Частота аллелей		$\chi^2$
		AA		AK		KK		A	K	
		n	%	n	%	n	%			
В. Айдиал	45	21	46,7	21	46,7	3	6,6	0,70	0,30	0,56
Р. Соверинг	4	4	100,0	-	-	-	-	1,0	0	0
М. Чифтейн	5	1	20,0	3	60,0	1	20,0	0,50	0,50	0,20
С.Т. Рокит	4	3	75,0	1	25,0	-	-	0,88	0,12	0,09

стота встречаемости аллелей LEP C и LEP T в стаде по линиям голштинской породы (В. Айдиал, Р. Соверинг, С.Т. Рокит) была в пределах 0,60-0,75 и 0,25-0,40, соответственно. Тогда как по линии М. Чифтейна распространённость изучаемых аллелей была равной (по 50,0 % каждого) (табл. 2).

Результаты исследований показали, что генное равновесие по гену лептина в популяции быков-производителей голштинизированной чёрно-пёстрой породы, в т.ч. с учётом линейной принадлежности к голштинской породе не нарушено.

Аналогичные исследования проведены у быков-производителей голштинизированной чёрно-пёстрой породы по встречаемости аллелей и генотипов гена диацилглицерол-О-ацилтрансферазы (табл. 3).

Исследованиями племенного поголовья быков чёрно-пёстрой породы выявлено, что в выборке 50,0 % особей обладало гомозиготным генотипом DGAT1 AA, далее по распространённости были гетерозиготы и гомозиготы генотипов DGAT1 AK и DGAT1 KK – 43,1 % и 6,9 %, соответственно. Наибольшей встречаемостью в популяции племенных быков обладал аллель DGAT1 A (0,72), который преобладал над аллелем DGAT1 K (0,28) более чем в 2,5 раза.

Также изучено распространённость аллелей и генотипов гена диацилглицерол-О-ацилтрансферазы среди быков голштинизированной чёрно-пёстрой породы в зависимости от линейной принадлежности к голштинской породе (табл. 4).

Проведёнными исследованиями установлено, что наибольшая встречаемость генотипов DGAT1 AA линий Р. Соверинга (100,0 %) и С.Т. Рокита (75,0 %), DGAT1 AK линии М. Чифтейна (60,0 %), DGAT1 AA и DGAT1 AK (по 46,7 % каждого). Частота встречаемости аллелей DGAT1 A и DGAT1 K в популяции по линиям голштинской породы (В. Айдиал, Р. Соверинг, С.Т. Рокит) находилась в пределах 0,70-1,0 и 0-0,30, соответственно. При этом в линии М. Чифтейна распространённость анализируемых аллелей была одинаковой (по 50,0 % каждого).

Результаты исследований показали, что генное равновесие по гену диацилглицерол-О-ацилтрансферазы в популяции быков-производителей голштинизированной чёрно-пёстрой породы, в т.ч. с учётом линейной принадлежности к голштинской породе, также как и по гену лептина не нарушено.

**Выводы.** Среди племенных быков чёрно-пёстрой породы выражено преимущество по гену лептина аллеля LEP C (0,61) над аллелем LEP T (0,39), а по гену диацилглицерол-О-ацилтрансферазы аллеля DGAT1 A (0,72) над аллелем DGAT1 K (0,28), схожая тенденция была почти по всем генеалогическим линиям голштинского скота. При этом в группе животных М. Чифтейна частота встречаемости аллелей по генам LEP и DGAT1 была равной. У особей, принадлежащих к линиям В. Айдиала, Р. Соверинга, С.Т. Рокита встречаемость доминантных аллелей составила 0,60-0,75 (по гену LEP) и 0,70-1,0 (по гену DGAT1).

### Литература

1. Леонова М.А., Колосов А.Ю., Радюк А.В., Бублик Е.М., Стетюха А.А., Святогорова А.Е. Перспективные гены-маркеры продуктивности сельскохозяйственных животных // Молодой учёный. – 2013. - № 12 (59). – С. 612-614.
2. Михалюк А.Н. Влияние гена-маркера жирномолочности диацилглицерол О-ацилтрансферазы 1 (DGAT1) на жирнокислотный состав и органолептические свойства образцов масла сливочного, выработанного из молока коров отечественной селекции // Вестник Национальной академии наук Беларуси. – 2022. – Т. 60. – № 2. – С. 213-222. DOI: 10.29235/1817-7204-2022-60-2-213-222.
3. Yadav T., Magotra A., Bangar Y.C., Kumar R., Yadav A.S., Asha Rani Garg A.R., Pooja Bahurupi P., Pankaj Kumar P. Effect of BsaA I genotyped intronic SNP of leptin gene on production and reproduction traits in Indian dairy cattle // Animal Biotechnology -2021. DOI: 10.1080/10495398.2021.1955701.

4. Canizares-Martinez M.A., Parra-Bracamonte G.M., Segura-Correa J.C., Magana-Monforte J.G. Effect of Leptin, Pituitary Transcription Factor and Luteinizing Hormone Receptor Genes Polymorphisms on Reproductive Traits and Milk Yield in Holstein Cattle // *Brazilian Archives of Biology and Technology*. – 2021. – V. 64. DOI: 10.1590/1678-4324-2021190643.
5. Atalay T., Özdemir M. The relationships between leptin gene polymorphism and some performance traits in Simmental and Brown Swiss cattle // *Research Square*. – 2021. DOI: 10.21203/rs.3.rs-1073960/v1.
6. Dar M.R., Singh M., Thakur S., Verma A. Exploring the relationship between polymorphisms of leptin and IGF-1 genes with milk yield in indicine and taurine crossbred cows // *Tropical animal health and production*. – 2021. – V. 53 (4). DOI: 10.1101/814004.
7. Ярышкин А.А., Шаталина О.С., Лешонок О.И., Ковалюк Н.В. Влияние полиморфизма гена лептина на хозяйственно полезные признаки крупного рогатого скота // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2022. – № 1 (93). – С. 260-264.
8. Haruna I.L., Li Y., Zhou H., Hickford J.G. Effects of bovine leptin gene variation on milk traits in New Zealand Holstein-Friesian× Jersey-cross dairy cows // *New Zealand Journal of Agricultural Research* – 2021. – V. 64 (1). – P. 114-121. DOI: 10.1080/00288233.2020.1838570.
9. Safina N., Sharafutdinov G., Akhmetov T., Ravilov R., Vafin F. (2021). Association of LEP gene polymorphism with biochemical parameters of lipid metabolism and milk productivity of Holstein cattle // *In E3S Web of Conferences*. – 2021. – V. 254, 01007. DOI: 10.1051/e3sconf/202125401007.
10. Haruna I.L., Zhou H., Hickford J.G.H. Variation in bovine leptin gene affects milk fatty acid composition in New Zealand Holstein Friesian Jersey dairy cows // *Archives Animal Breeding*. – 2021. – V. 64. (1). – С. 245-256. DOI: 10.5194/aab-64-245-2021.
11. Pegolo S., Cecchinato A., Mele M., Conte G., Schiavon S., Bittante G. Effect of candidate gene polymorphisms on the detailed fatty acids profile determined by gas chromatography in bovine milk // *J. Dairy Sci.* – 2016. – V. 99. P. 4558-4573. DOI: 10.3168/jds.2015-10420, 2016.
12. Kulig H., Kmiec M., Wojdak-Maksymiec K. Associations between Leptin Gene Polymorphisms and Somatic Cell Count in Milk of Jersey Cows // *Acta Veterinaria Brno*. – 2010. – V. 79. – P. 237-242. DOI: 10.2754/avb201079020237.
13. Kiyici J.M., Akyüz B., Kaliber M., Arslan K., Aksel E.A., Çinar M.U. (2019). LEP and SCD polymorphisms are associated with milk somatic cell count, electrical conductivity and pH values in Holstein cows // *Animal Biotechnology*. – 2019. – V. 31. – P. 498-503. DOI: 10.1080/10495398.2019.1628767.
14. Kulibaba R., Liashenko Y., Yurko P., Sakhatskyi M., Osadcha Y., Alshamaileh H. Polymorphism of LEP and TNF- $\alpha$  genes in the dairy cattle populations of Ukrainian selection // *Basrah Journal of Agricultural Sciences*. – 2021. – V. 34 (1). – P. 180-191. DOI: 10.37077/25200860.2021.34.1.16.
15. Pathak R.K., Lim B., Park Y., Kim J.-M. Unraveling structural and conformational dynamics of DGAT1 missense nsSNPs in dairy cattle // *Scientific reports*. – 2022. – V. 12, 4873. DOI: 10.1038/s41598-022-08833-6.
16. Li Y., Zhou H., Cheng L., Edwards G., Hickford J. Effect of DGAT1 variant (K232A) on milk traits and milk fat composition in outdoor pasture-grazed dairy cattle // *New Zealand Journal of Agricultural Research*. – 2021. – V. 64 (1). – P. 101-113. DOI: 10.1080/00288233.2019.1589537.
17. Kim S., Lim B., Cho J., Lee S., Dang C.-G., Jeon J.-H., Kim J.-M., Lee J. Genome-Wide Identification of Candidate Genes for Milk Production Traits in Korean Holstein Cattle // *Animals*. – 2021. – V. 11. 1392. DOI: 10.3390/ani11051392.
18. Işık R., Ünal E.Ö., Soysal M.İ. Polymorphism detection of DGAT1 and Lep genes in Anatolian water buffalo (*Bubalus bubalis*) populations in Turkey // *Arch. Anim. Breed.* – 2022. – V. 65. DOI: 10.5194/aab-65-1-2022, 2022.
19. Efimova I.O., Zagidullin L.R., Shaidullin R.R., Akhmetov T.M., Tyulkin S.V., Moskvicheva A.B. Association of complex genotypes of kappa-casein and diacylglycerol O-acyltransferase from milk production in different lines cows // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. – 2020. V. 604. 012015. DOI: 10.1088/1755-1315/604/1/012015.
20. Elzaki S., Rorkuc P., Arends D., Reissmann M., Brockmann G.A. Effects of DGAT1 on milk performance in Sudanese Butana×Holstein crossbred cattle // *Tropical Animal Health and Production*. – 2022. – V. 54 (142). DOI: 10.1007/s11250-022-03141-7.
21. Krovvidi S., Thiruvankadan A.K., Murali N. et al. Evaluation of non-synonym mutation in DGAT1 K232A as a marker for milk production traits in Ongole cattle and Murrah buffalo from Southern India // *Tropical Animal Health and Production*. – 2021. – V. 53 (118). DOI: 10.1007/s11250-021-02560-2.
22. Tumino S., Criscione A., Moltisanti V., Marletta D., Bordonaro S., Avondo M., Valenti B. Feeding System Resizes the Effects of DGAT1 Polymorphism on Milk Traits and Fatty Acids Composition in Modicana Cows // *Animals*. 2021. – V. 11. 1616. DOI: 10.3390/ani11061616.
23. Corva P., Macedo G.V., Soria L., Papaleo J., Motter M., Villarreal E.L., Schor A., Mezzadra C., Melucci L.M., Miquel M.C. (2009). Effect of leptin gene polymorphisms on growth, slaughter and meat quality traits of grazing Brangus steers // *Genetics and molecular research : GMR*. -2009. – V. 8. – P. 105-116. DOI: 10.4238/vol8-1gmr556.
24. Tyul'kin S.V., Akhmetov T.M., Valiullina E.F., Vafin R.R. Polymorphism of Somatotropin, Prolactin, Leptin, and Thyroglobulin Genes in Bulls // *Russian Journal of Genetics: Applied Research*. – 2013. – V. 3 (3). – P. 222-224.
25. Тюлькин С.В., Вафин Р.Р., Муратова А.В., Хатыпов И.И., Загидуллин Л.Р., Рачкова Е.Н., Ахметов Т.М., Равилов Р.Х. Разработка способа проведения ПЦР-ПДРФ на примере DGAT1-гена крупного рогатого скота // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2-17. – С. 3773-3775.

**Сведения об авторах:**

Ламара Мохаммед – аспирант, e-mail.ru: madenideniden@gmail.com  
 Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Бауман, г. Казань, Россия  
 Загидуллин Ленар Рафикович – кандидат биологических наук, заведующий кафедрой, e-mail.ru: zaglenar@yandex.ru

Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Бауман, г. Казань, Россия  
Ахметов Тахир Мунавирович – доктор биологических наук, заведующий кафедрой, e-mail.ru: ahmetov-tahir@mail.ru

Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Бауман, г. Казань, Россия  
Шайдуллин Радик Рафаилович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail.ru: tppi-kgau@bk.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

Тюлькин Сергей Владимирович\* – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail.ru: tulsv@mail.ru

Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской Академии Наук, г. Москва, Россия

## POLYMORPHISM OF THE LEPTIN AND DIACYLGLYCEROL-O-ACYLTRANSFERASE GENES IN HOLSTEINIZED BLACK AND WHITE BULLS

M. Lamara, L.R. Zagidullin, T.M. Akhmetov, R.R. Shaidullin, S.V. Tyulkin

**Abstract:** Allelic polymorphism was studied and the frequency of occurrence of genotypes for leptin (LEP) and diacylglycerol-O-acyltransferase (DGAT1) genes in Black-and-White bulls was determined, their belonging to different genealogical lines of Holstein cattle. Among the animals of the analyzed sample, there was the highest frequency of genotypes LEP CT (53.4 %), DGAT1 AA (50.0 %) and alleles LEP C (0.61), DGAT1 A (0.72). The studied sample of bull breeds by identification to the Holstein breed was structurally represented by the genealogical lines of V. Aidual (77.6%), M. Chiftein (8.6%), R. Sovering and S.T. Rokit (6.9% each). Similar studies of these bulls belonging to different genealogical lines showed that the highest occurrence of genotypes and alleles was LEP CT (57.8%), DGAT1 AA, DGAT1 AK (46.7% each), LEP C (0.60), DGAT1 A (0.70) on the line of V. Aidual, LEP CC, LEP CT (by 50.0%), DGAT1 AA (100.0%), LEP C (0.75), DGAT1 A (1.0) by R. Sovering line, LEP CC, LEP CT (50.0% each), DGAT1 AA (75.0%), LEP C (0.75), DGAT1 A (0.88) by S.T. Rokit, LEP CC, LEP TT (40.0% each), DGAT1 AK (60.0%) on the line of M. Chieftain, respectively. However, it should be noted that according to the M. Chieftain line, the frequency of occurrence of alleles LEP C, LEP T and DGAT1 A, DGAT1 K for the two studied genes was equal and amounted to 0.50. It should also be noted that in the population of bulls with different genotypes for the LEP, DGAT1 genes and unequal linear affiliation to the Holstein breed, the genetic balance is not disturbed.

**Key words:** polymorphism, frequency of occurrence, genotype, allele, LEP, DGAT1, bull, line.

### References

1. Leonova M.A., Kolosov A.Yu., Radyuk A.V., Bublik E.M., Stetyukha A.A., Svyatogorova A.E. Promising genes-markers of productivity of farm animals // Young scientist. – 2013. - № 12 (59). – P. 612-614.
2. Mikhajluk A.N. Effect of fatty acid marker gene diacylglycerol O-acyltransferase 1 (DGAT1) on the fatty acid composition and organoleptic properties of samples of butter produced from the milk of domestic breeds of cows // Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. – 2022. – V. 60. – № 2. – P. 213-222. DOI: 10.29235/1817-7204-2022-60-2-213-222.
3. Yadav T., Magotra A., Bangar Y.C., Kumar R., Yadav A.S., Asha Rani Garg A.R., Pooja Bahurupi P., Pankaj Kumar P. Effect of BsaA I genotyped intronic SNP of leptin gene on production and reproduction traits in Indian dairy cattle // Animal Biotechnology -2021. DOI: 10.1080/10495398.2021.1955701.
4. Canizares-Martinez M.A., Parra-Bracamonte G.M., Segura-Correa J.C., Magana-Monforte J.G. Effect of Leptin, Pituitary Transcription Factor and Luteinizing Hormone Receptor Genes Polymorphisms on Reproductive Traits and Milk Yield in Holstein Cattle // Brazilian Archives of Biology and Technology. – 2021. – V. 64. DOI: 10.1590/1678-4324-2021190643.
5. Atalay T., Özdemir M. The relationships between leptin gene polymorphism and some performance traits in Simmental and Brown Swiss cattle // Research Square. – 2021. DOI: 10.21203/rs.3.rs-1073960/v1.
6. Dar M.R., Singh M., Thakur S., Verma A. Exploring the relationship between polymorphisms of leptin and IGF-1 genes with milk yield in indicine and taurine crossbred cows // Tropical animal health and production. – 2021. – V. 53 (4). DOI: 10.1101/814004.
7. Yaryshkin A.A., Shatalina O.S., Leshonok O.I., Kovalyuk N.V. Influence of Leptin gene polymorphism on economically useful signs of cattle // Izvestia Orenburg State Agrarian University. – 2022. – V. 1 (93). – P. 260-264.
8. Haruna I.L., Li Y., Zhou H., Hickford J.G. Effects of bovine leptin gene variation on milk traits in New Zealand Holstein-Friesian× Jersey-cross dairy cows // New Zealand Journal of Agricultural Research – 2021. – V. 64 (1). – P. 114-121. DOI: 10.1080/00288233.2020.1838570.
9. Safina N., Sharafutdinov G., Akhmetov T., Ravilov R., Vafin F. (2021). Association of LEP gene polymorphism with biochemical parameters of lipid metabolism and milk productivity of Holstein cattle // In E3S Web of Conferences. – 2021. – V. 254, 01007. DOI: 10.1051/e3sconf/202125401007.
10. Haruna I.L., Zhou H., Hickford J.G. Variation in bovine leptin gene affects milk fatty acid composition in New Zealand Holstein Friesian Jersey dairy cows // Archives Animal Breeding. – 2021. – V. 64. (1). – C. 245-256. DOI: 10.5194/aab-64-245-2021.
11. Pegolo S., Cecchinato A., Mele M., Conte G., Schiavon S., Bittante G. Effect of candidate gene polymorphisms on the detailed fatty acids profile determined by gas chromatography in bovine milk // J. Dairy Sci. – 2016. – V. 99. P. 4558-4573. DOI: 10.3168/jds.2015-10420, 2016.
12. Kulig H., Kmiec M., Wojdak-Maksymiec K. Associations between Leptin Gene Polymorphisms and Somatic Cell Count in Milk of Jersey Cows // Acta Veterinaria Brno. – 2010. – V. 79. – P. 237-242. DOI: 10.2754/avb201079020237.
13. Kiyici J.M., Akyüz B., Kaliber M., Arslan K., Aksel E.A., Çınar M.U. (2019). LEP and SCD polymorphisms are associated with milk somatic cell count, electrical conductivity and pH values in Holstein cows // Animal Biotechnology. – 2019. – V. 31. – P. 498-503. DOI: 10.1080/10495398.2019.1628767.

14. Kulibaba R., Liashenko Y., Yurko P., Sakhatskyi M., Osadcha Y., Alshamaileh H. Polymorphism of LEP and TNF- $\alpha$  genes in the dairy cattle populations of Ukrainian selection // *Basrah Journal of Agricultural Sciences*. – 2021. – V. 34 (1). – P. 180-191.
15. Pathak R.K., Lim B., Park Y., Kim J.-M. Unraveling structural and conformational dynamics of DGAT1 missense nsSNPs in dairy cattle // *Scientific reports*. – 2022. – V. 12, 4873. DOI: 10.1038/s41598-022-08833-6.
16. Li Y., Zhou H., Cheng L., Edwards G., Hickford J. Effect of DGAT1 variant (K232A) on milk traits and milk fat composition in outdoor pasture-grazed dairy cattle // *New Zealand Journal of Agricultural Research*. – 2021. – V. 64 (1). – P. 101-113. DOI: 10.1080/00288233.2019.1589537.
17. Kim S., Lim B., Cho J., Lee S., Dang C.-G., Jeon J.-H., Kim J.-M., Lee J. Genome-Wide Identification of Candidate Genes for Milk Production Traits in Korean Holstein Cattle // *Animals*. – 2021. – V. 11. 1392. DOI: 10.3390/ani11051392.
18. Işık R., Ünal E.Ö., Soysal M.İ. Polymorphism detection of DGAT1 and Lep genes in Anatolian water buffalo (*Bubalus bubalis*) populations in Turkey // *Arch. Anim. Breed.* – 2022. – V. 65. DOI: 10.5194/aab-65-1-2022, 2022.
19. Efimova I.O., Zagidullin L.R., Shaidullin R.R., Akhmetov T.M., Tyulkin S.V., Moskvicheva A.B. Association of complex genotypes of kappa-casein and diacylglycerol O-acyltransferase from milk production in different lines cows // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. – 2020. V. 604. 012015. DOI: 10.1088/1755-1315/604/1/012015.
20. Elzaki S., Rorkuc P., Arends D., Reissmann M., Brockmann G.A. Effects of DGAT1 on milk performance in Sudanese Butana×Holstein crossbred cattle // *Tropical Animal Health and Production*. – 2022. – V. 54 (142). DOI: 10.1007/s11250-022-03141-7.
21. Krovvidi S., Thiruvankadan A.K., Murali N. et al. Evaluation of non-synonym mutation in DGAT1 K232A as a marker for milk production traits in Ongole cattle and Murrah buffalo from Southern India // *Tropical Animal Health and Production*. – 2021. – V. 53 (118). DOI: 10.1007/s11250-021-02560-2.
22. Tumino S., Criscione A., Moltisanti V., Marletta D., Bordonaro S., Avondo M., Valenti B. Feeding System Resizes the Effects of DGAT1 Polymorphism on Milk Traits and Fatty Acids Composition in Modicana Cows // *Animals*. 2021. – V. 11. 1616. DOI: 10.3390/ani11061616.
23. Corva P., Macedo G.V., Soria L., Papaleo J., Motter M., Villarreal E.L., Schor A., Mezzadra C., Melucci L.M., Miquel M.C. (2009). Effect of leptin gene polymorphisms on growth, slaughter and meat quality traits of grazing Brangus steers // *Genetics and molecular research: GMR*. – 2009. – V. 8. – P. 105-116. DOI: 10.4238/vol8-1gmr556.
24. Tyul'kin S.V., Akhmetov T.M., Valiullina E.F., Vafin R.R. Polymorphism of Somatotropin, Prolactin, Leptin, and Thyreoglobulin Genes in Bulls // *Russian Journal of Genetics: Applied Research*. – 2013. – V. 3 (3). – P. 222-224.
25. Tyulkin S.V., Vafin R.R., Muratova A.V., Khatypov I.I., Zagidullin L.R., Rachkova E.N., Akhmetov T.M., Ravilov R.K. Development of a method for PCR-RFLP on the example of DGAT1 gene in cattle // *Fundamental research*. – 2015. – № 2-17. – P. 3773-3775.

**Authors:**

Lamara Mohammed – graduate, e-mail.ru: madenideniden@gmail.com  
 Zagidullin Lenar Rafikovich, Candidate of Biological Sciences, head of department, e-mail: zagle-nar@yandex.ru  
 Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Russia  
 Akhmetov Tahir Munavirovich, Doctor of Biological Sciences, head of department, e-mail: ahmetov-tahir@mail.ru  
 Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Russia  
 Shaydullin Radik Rafailovich, Doctor of Agricultural Sciences, head of department, e-mail: tppi-kgau@bk.ru  
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia  
 Tyulkin Sergei Vladimirovich, Doctor of Biological Sciences, Senior researcher, e-mail: tulsv@mail.ru  
 V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences