

DOI  
УДК 636.082:577.21

**ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА У КОРОВ  
ХОЛМОГОРСКОЙ ПОРОДЫ ТАТАРСТАНСКОГО ТИПА**

**М. Ламара, Т. М. Ахметов, Р. Р. Шайдуллин, С. В. Тюлькин, Д. В. Зарубежнова**

**Реферат.** Целью исследований являлось изучение аллельного полиморфизма генов липидного обмена (*OLRI*, *DGATI* и *LEP*) у коров холмогорской породы татарстанского типа. Объектом исследования было 79 первотёлок, содержащиеся в СХПК «Агрофирма Рассвет» Кукморского района Республики Татарстан. В результате молекулярно-генетических исследований (ПЦР-ПДРФ и АС-ПЦР) поголовье животных распределили по группам с учётом их генотипа по локусам генов рецептора липопротеина низкой плотности (*OLRI*), диацилглицерол-О-ацилтрансферазы (*DGATI*) и лептина (*LEP*). Животные с разными генотипами изучаемых генов дополнительно разбили по группам с учётом их линейной принадлежности. Выборка первотёлок состояла из особей, принадлежащих к двум ведущим генеалогическим линиям голштинской породы, а именно: Вис Айдиал 933122 и Рефлекшн Соверинг 198998. В целом исследования показали, что в стаде первотёлок татарстанского типа преобладали аллель С (0,73) и генотип СС 49,4% гена *OLRI*; аллель А (0,77) и генотип АА 57,0% гена *DGATI*; аллель С (0,59) и генотип СТ 57,0% гена *LEP*. В изучаемом поголовье генетическое равновесие не смещено ни по одному исследуемому гену. У коров частота по встречаемости аллелей генов *OLRI*, *DGATI* и *LEP* в зависимости от линейной принадлежности (В. Айдиал и Р. Соверинг) примерно одинаковая. Получены схожие данные, что с учётом принадлежности к голштинской породе наибольшая встречаемость аллелей у первотёлок: С (0,68-0,81) по гену *OLRI*, А (0,74-0,83) по гену *DGATI* и С (0,57-0,60) по гену *LEP*, соответственно.

**Ключевые слова:** корова, ПЦР, ДНК, полиморфизм, генотип, ген *OLRI*, *DGATI*, *LEP*.

**Для цитирования:** Ламара М., Ахметов Т.М., Шайдуллин Р.Р., Тюлькин С.В., Зарубежнова Д.В. Полиморфизм генов липидного обмена у коров татарстанского типа // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. №1 (9). С.

**Введение.** Успех селекции в значительной степени зависит от точности определения племенной ценности животных. В связи с этим ценность методов, помогающих выявить лучших животных и предсказать их племенные качества в раннем возрасте возрастает. Достижения современной молекулярной генетики позволяют определить гены, которые контролируют экономические признаки. В дополнение к традиционному отбору животных, выявление вариантов генов позволит проводить селекцию непосредственно на уровне ДНК [1].

Ген *OLRI* обнаруженный в 30-UTR связан с составом молока в различных популяциях молочного скота. В молочном скотоводстве коровы с генотипом СС имели более высокие показатели по молочному жиру, массовой доле жира в молоке, чем у аналогов генотипа АА [2, 3]. Ген *OLRI* также влияет на количество отложений жира в туше и «мраморность» говядины [4].

При исследовании генотипов гена *OLRI* при одной базовой мутации у крупного рогатого скота в Иране было обнаружено, что частота встречаемости генотипов были почти одинаковыми для генотипов АА, АС и СС, а именно 0,22, 0,50 и 0,28 соответственно; в то время как частота встречаемости аллелей А и С были 0,47 и 0,53 соответственно, средние значения продуктивности животных с генотипами *OLRI* составили 8273 кг (СС), 8344 кг (АС) и 7178 кг (АА) по удою; 276,3 кг (СС), 277,6 кг (АС) и 239,7 кг (АА) по выходу молочного жира и белка, 286,7 кг (СС), 290,5 кг (АС) и 253 кг (АА), (АС) и 253 кг (АА) (P<0,05) [5]. Почти аналогичная частота для

аллелей А и С были также зарегистрирована у крупного рогатого скота в США, а именно 0,46 и 0,54 [6], и у крупного рогатого скота в Польше, а именно 0,43 и 0,57 [7]. В другом исследовании на том же базовом маркере g.8232CNA в не трансляционной области 3' UTR гена *OLRI* у красно-белой породы польского скота определена частота генотипов с наибольшей последовательностью для СС (0,53), АС (0,34) и АА (0,13) [8]. Коровы с генотипом СС имели самый высокий процент жира в молоке, в то же время с генотипом АА – самый низкий, а генотип АС – промежуточный (P<0,05) [9].

Полиморфизм *DGATI* A232K как было показано ранее, оказывает значительное влияние на показатели молочной продуктивности (выход молока, содержание белка и жира, жирнокислотный состав). При изучении частот встречаемости аллелей была выявлена значительная степень разнообразия в зависимости от рассматриваемой популяции, что вызвано разными целями разведения, относительно состава молока у разных пород и в разных странах. Достоверное снижение содержания белка в молоке и удою, увеличение содержания жира в молоке было связано с заменой на лизин (К-аллель). Вариант с заменой на аланин (А-аллель) был связан с увеличением содержания белка в молоке и удою, но снижением количества жира в молоке [10].

Генотипирование K232A в гене *DGATI* выявило чёткое географическое распределение частот генотипов. Частоты аллелей К и А составляют 0,1667 и 0,8333, соответственно, что указывает на то, что частота аллеля А у голштинского скота значительно выше, чем

у китайского скота. Также существует значительная корреляция между полиморфизмом генотипов *KK*, *KA* и *AA* гена *DGATI* с массовой долей жира в молоке. Аллель *A* в основном фиксируется у северного китайского скота (*Bos taurus*), в то время как аллель *K* доминирует у южно-китайского скота (*Bos indicus*), предопределяя то, что северная группа крупного рогатого скота имеет более низкое содержание молочного жира, чем у южной группы крупного рогатого скота [11].

При изучении аллельного полиморфизма гена *DGATI* у местного иракского скота выявлено, что частоты генотипов *KK*, *KA* и *AA* составили 0,40, 0,30 и 0,30, соответственно. Частота аллелей *K* и *A* составила 0,60 и 0,40, соответственно. Генотип *KK* был значительно ( $P < 0,05$ ) связан с более высоким показателем количества молочного жира. Таким образом, ген *DGATI* может служить генетическим маркером для селекции на показатель жира в молоке у коров [12].

Исследования показали, что ген *DGATI* влияет на удой и состав молока у итальянских голштинов [13], белых пород крупного рогатого скота фулани и боргу [14], симментальской и бурой швейцарской пород крупного рогатого скота в Хорватии [15].

В экзоне 8 полиморфизм обнаружено не было. Таким образом, позиция *K232A* была признана консервативной и скрепленным регионом для высокого содержания молочного жира (аллель *K*) у *Bos indicus* и всех пород буйволов [16].

При изучении генетических изменений в гене лептина у пород крупного рогатого скота (восточно-анатолийская красная и анатолийская черная), частоты аллелей *T* и *C* составили 0,54 и 0,46 для восточно-анатолийского красного скота, 0,48 и 0,52 для анатолийского черного, соответственно. Результаты статистического анализа показали, что встречаемость генотипа *TT* у анатолийской черной породы был выше, чем других генотипов *CC* и *CT* ( $P < 0,05$ ). Эти результаты показывают, что генотип лептина *TT* связан с увеличением окружности грудной клетки. Эти сведения могут представлять экономический интерес [17].

При изучении полиморфизма гена лептина полиморфизма экзона 3 (локус *A59V*) и интрона 2 (локус *SAU3AI*) в находящейся под угрозой исчезновения популяции автохтонного скота был обнаружен один генотип *A59V* (*CC*), и два *SAU3AI* генотипа, *AA* и *AB*, с частотой 78,26% и 21,74%, соответственно [18].

Среди коров голштинской породы Республики Татарстан частота встречаемости аллелей *C* и *T* у изучаемого гена составила: 0,570 и 0,430 соответственно. Наблюдаемое распределение генотипов было следующим: *TT* – 18,4%; *TC* – 49,1%; *CC* – 32,5%, что говорит о полиморфной популяции. Полученные данные указывают на разнообразие генетической структуры голштинской популяции крупного

рогатого скота Республики Татарстан. Изучая ассоциации гена лептина с динамикой молочной продуктивности за три лактации коров голштинской породы выявлено, что наилучшие показатели по всем трем лактациям были выявлены в группе животных с генотипом *TT* гена *LEP* [19].

После проведения ДНК-исследования скота японского черного скота определены частоты аллелей гена *LEP C* и *T* в соотношении 0,71 и 0,29, соответственно [20].

По данным исследований на голштинском скоте Татарстана распределение частот аллелей *C* (*A*) и *T* (*B*) гена *LEP* было следующим: *C* – 0,41-0,62 и *T* – 0,38-0,59 [21, 22].

В связи с вышесказанным нами поставлена цель – изучить аллельный полиморфизм генов липидного обмена (*OLRI*, *DGATI* и *LEP*) у коров холмогорской породы татарстанского типа.

**Условия, материалы и методы.** Исследования проводились в СХПК «Агрофирма Рассвет» Кукморского района Республики Татарстан.

Предметом исследования были пробы цельной крови, отобранные для исследования от 79 коров холмогорской породы татарстанского типа.

В исследовании поголовье первотёлок было представлено только двумя ведущими генеалогическими линиями голштинской породы, а именно: Вис Айдиала 933122 и Рефлекшн Соверинга 198998.

ДНК из исследуемых проб крови выделяли при помощи коммерческого набора «Рибо-преп» (производитель ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия), согласно утверждённой производителем инструкции к набору.

Генотипирование коров по генам *OLRI*, *DGATI* и *LEP* выполнили методом ПЦР-ПДРФ и АС-ПЦР с использованием ДНК-амплификатор DNA Engine PTC (США). Для амплификации специфичного фрагмента гена *OLRI* длиной 143 bp применяли праймеры *OLR1-F*: 5/-TCCCTAАСТТGTTCААGTCCT-3/ и *OLR1-R*: 5/-СТСТАСААТGCCTАGААGААGС-3/. При проведении ПДРФ-анализа *OLRI*-гена 20 мкл ПЦР пробы обрабатывали 20 ед. эндонуклеазы рестрикции *PstI* в 1×буфере «О» фирмы СибЭнзим (Россия) при 37 °С в течение ночи.

Для амплификации специфичного фрагмента гена *DGATI* длиной 100 bp применяли праймеры *DGAT1-1*: 5/-ccgcttgctcgtagctttcgaaggta acgc-3/, *DGAT1-2*: 5/-ccgcttgctcgtagctttggcaggttaaca-3/, *DGAT1-3*: 5/-AGGATCCCTCACCGCGGTAGGTCAGG-3/ [23]. Для проведения ПДРФ-анализа *DGATI*-гена 20 мкл ПЦР пробы обрабатывали 20 ед. эндонуклеазы рестрикции *TaqI* в 1×буфере «Y» фирмы СибЭнзим (Россия) при 65 °С в течение ночи.

Для амплификации аллель-специфичных фрагментов гена *LEP* длиной 239 bp, 164 bp и/

или 131 bp применяли праймеры LEP-F1: 5'-GACGATGTGCCACGTGTGGTTTCTTCTGT-3', LEP-R1: 5'-CGGTTCTACCTCGTCTCCAGTCCCTCC-3', LEP-F2: 5'-TGTCTTACGTGGAGGCTGTGCCC AGCT-3', LEP-R2: 5'-AGGGTTTTGGTGTGCATCCTGGACSTTTCG-3' [24].

Анализ результатов цельных фрагментов, ПЦР-ПДРФ- и АС-продуктов выполняли с использованием комплекта реагентов для проведения гель-электрофореза, производства ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора. Фиксирование результатов выполняли гель-документирующей системой GelDoc X+ (Bio-Rad). По результатам генотипирования крупного рогатого скота рассчитали частоту встречаемости аллелей и генотипов по генам

*OLRI*, *DGATI* и *LEP*. Частоту встречаемости аллелей и генотипов, наблюдаемую и ожидаемую частоты генотипов, хи-квадрат в популяции рассчитывали по общепринятым формулам, используемым в ветеринарной генетике с основами вариационной статистики.

**Результаты и обсуждение.** Изучение генетической структуры отдельной популяции сельскохозяйственных животных позволяет сохранить ценный генофонд и выбрать наиболее эффективные методы селекции.

Установлено, что в изучаемом стаде скота 49,4% животных несли генотип *OLRI* гена *CC*, тогда как генотипы *OLRI AC* и *OLRI AA* составили 46,8% и 3,8%, соответственно. Частота аллелей *OLRI A* и *OLRI C* по стаду составила 0,27 и 0,73, соответственно (табл. 1).

Таблица 1 - Полиморфизм гена рецептора липопротеина низкой плотности (*OLRI*) у коров

Показатель	n	Частота генотипа						Частота аллеля		$\chi^2$
		<i>AA</i>		<i>AC</i>		<i>CC</i>		<i>A</i>	<i>C</i>	
		n	%	n	%	n	%			
<i>O</i>	79	3	3,8	37	46,8	39	49,4	0,27	0,73	2,88
<i>E</i>		6	7,6	31	39,2	42	51,2			

Примечание: *O* – фактически наблюдаемый показатель, *E* – теоретически ожидаемый показатель

Также исследования по гену *OLRI* показали, что чаще встречаются коровы с генотипами *OLRI CC* линии Р. Соверинга (63,0%) и *OLRI AC* линии Айдиала (51,9%). Частота встречаемости аллелей *OLRI A* и *OLRI C* в стаде по линиям голштинской породы (В. Айдиал, Р. Соверинг) была в пределах 0,19-0,32 и 0,68-0,81, соответственно.

У первотёлок с разными генотипами

по гену *DGATI* наиболее часто встречаются коровы с гомозиготным генотипом *DGATI AA* (57,0%).

Животных с генотипом *DGATI AK* – 40,5%, наименьшее количество выявлено с генотипом *DGATI KK* (2,5%). Наибольшей встречаемостью обладал аллель *DGATI A* (0,77), который преобладал над аллелем *DGATI K* (0,23) (табл. 2).

Таблица 2 - Полиморфизм гена диацилглицерол-О-ацилтрансферазы (*DGATI*) у коров

Показатель	n	Частота генотипа						Частота аллеля		$\chi^2$
		<i>AA</i>		<i>AK</i>		<i>KK</i>		<i>A</i>	<i>K</i>	
		n	%	n	%	n	%			
<i>O</i>	79	45	57,0	32	40,5	2	2,5	0,77	0,23	1,66
<i>E</i>		47	59,5	28	35,4	4	5,1			

Примечание: *O* – фактически наблюдаемый показатель, *E* – теоретически ожидаемый показатель

По результатам исследований первотёлок с разными генотипами гена *DGATI* установлено преобладание генотипа *DGATI AA*, частота встречаемости составила 66,7% по линии Р. Соверинга и 51,9% по линии В. Айдиала. Частота аллеля А гена *DGATI* (0,74-0,83) у животных с разными генеалогическими линиями по голштинской породе выше, чем аллеля К гена *DGATI* (0,17-0,26).

Анализ полиморфизма гена *LEP* позволил выявить, что наибольшая встречаемость у коров по гетерозиготному генотипу *LEP CT* (57,0%). По гомозиготным генотипам *LEP CC* и *LEP TT* частота встречаемости ниже и

составила 30,4% и 12,6%, соответственно. Различия по частоте встречаемости аллелей *LEP C* и *LEP T* по стаду составили 0,59 и 0,41, соответственно (табл. 3).

По распределению частот генотипов у первотёлок в зависимости от линейной принадлежности к голштинской породе установлено схожее соотношение. Наибольшая встречаемость генотипов *LEP CT* линии В. Айдиала (57,7%) и линии Р. Соверинга (55,7%). Частота встречаемости аллелей *LEP C* и *LEP T* в популяции с разными линиями голштинской породы находилась в пределах 0,57-0,60 и 0,40-0,43, соответственно.

Таблица 3 - Полиморфизм гена лептина у коров (*LEP*)

Показатель	n	Частота генотипа						Частота аллеля		$\chi^2$
		CC		CT		TT		C	T	
		n	%	n	%	n	%			
<i>O</i>	79	24	30,4	45	57,0	10	12,6	0,59	0,41	2,55
<i>E</i>		28	35,4	38	48,1	13	16,5			

Примечание: *O* – фактически наблюдаемый показатель, *E* – теоретически ожидаемый показатель

Схожие результаты по полиморфизму генов липидного обмена (*OLR1*, *DGATI* и *LEP*), в т.ч. в разрезе линейной принадлежности к голштинской породе получены в наших ранних исследованиях, проведённых на быках-производителях чёрно-пёстрой породы: по генам рецептора липопротеина низкой плотности [25], диацилглицеро-О-ацилтрансферазы и лептина [26].

**Выводы.** В стаде коров преобладали аллель *C* (0,73) и генотип *CC* 49,4% гена *OLR1*; аллель *A* (0,77) и генотип *AA* 57,0% гена *DGATI*; аллель *C* (0,59) и генотип *CT* 57,0%

гена *LEP*. В изучаемой выборке генетическое равновесие не смещено ни по одному исследуемому гену.

У первотелок частота встречаемости аллелей генов *OLR1*, *DGATI* и *LEP* в зависимости от линейной принадлежности (В. Айдиал и Р. Соверинг) примерно одинаковая. Получены схожие данные, что с учётом принадлежности к голштинской породе наибольшая встречаемость аллелей у первотёлок: *C* (0,68-0,81) по гену *OLR1*, *A* (0,74-0,83) по гену *DGATI* и *C* (0,57-0,60) по гену *LEP*, соответственно.

#### Литература

1. Effect of *BsaI* I genotyped intronic SNP of leptin gene on production and reproduction traits in Indian dairy cattle / T. Yadav, A. Magotra, Y. C. Bangar et al. // *Animal Biotechnology*. 2021. V. 34 (2). pp. 261-267. <http://doi.org/10.1080/10495398.2021.1955701>.
2. Additional support for an association between *OLR1* and milk fat traits in cattle / H. Khatib, G. Rosa, K. Weigel et al. // *Animal Genetics*. 2007. V. 38. pp. 308-310. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2007.01584.x>.
3. Short communication: A mutation in the 3' untranslated region diminishes microRNA binding and alters expression of the *OLR1* gene / X. Wang, T. Li, H. B. Zhao et al. // *J. Dairy Sci.* 2013. V. 96. pp. 6525-6528. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6873>.
4. Allele frequencies of gene polymorphisms related to economic traits in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle breeds / M. Kaneda, B. Z. Lin, S. Sasazaki et al. // *Animal Science Journal*. 2011. V. 82. pp. 717-721. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2011.00910.x>.
5. Mashhadi M. H. A research on association between *SCD1* and *OLR1* genes and milk production traits in Iranian Holstein dairy cattle // *Iranian J. of Applied Animal Sci.* 2017. V. 7 (2). pp. 243-248.
6. Association of the *OLR1* gene with milk composition in Holstein dairy cattle / H. Khatib, S. D. Leonard, V. Schutkus et al. // *J. Dairy Sci.* 2006. V. 89. pp. 1753-1760. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72243-3](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72243-3).
7. Komisarek J., Dorynek Z. Effect of *ABCG2*, *PPARGC1A*, *OLR1* and *SCD1* gene polymorphism on estimated breeding values for functional and production traits in Polish Holstein-Friesian bulls // *J. Appl. Genet.* 2009. V. 50 (2). pp. 125-132. <http://doi.org/10.1007/BF03195663>.
8. Luczak I. K., Piątkowska E. C. Polymorphism in the *OLR1* gene and functional traits of dairy cattle // *Veterinarski Arhiv*. 2018. V. 88. № 2. pp. 171-177. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.170228>.
9. Ghombavani M. S., Mahyar S. A., Edriss M. A. Association of a polymorphism in the 3' untranslated region of the *OLR1* gene with milk fat and protein in dairy cows // *Archiv Tierzucht*. 2013. V. 56. № 32. pp. 328-334. <https://doi.org/10.7482/0003-9438-56-032>.
10. Effect of the *DGATI K232A* genotype of dairy cows on the milk metabolome and proteome / J. Lu, S. Boeren, T. van Hooijdonk et al. // *J. Dairy Science*. 2015. V. 98 (5). pp. 3460-3469. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8872>.
11. *DGATI K232A* polymorphism is associated with milk production traits in Chinese cattle / F. Li, C. Cai, K. Qu et al. // *Animal Biotechnology*. 2021. V. 32 <http://doi.org/10.1080/10495398.2020.1711769>.
12. Faraj S. H., Ayied A. Y., Seger D. K. *DGATI* gene polymorphism and its relationships with cattle milk yield and chemical composition // *Periódico Tchê Química*. 2020. V. 17. № 35. pp. 174-180.
13. Short communication: Association analysis of diacylglycerol acyltransferase (*DGATI*) mutation on chromosome 14 for milk yield and composition traits, somatic cell score, and coagulation properties in Holstein bulls / T. Bobbo, F. Tiezzi, M. Penasa et al. // *Journal of Dairy Science*. 2018. V. 101 (9). pp. 8087-8091. <http://doi.org/10.3168/jds.2018-14533>.
14. Effect of breed and Diacylglycerol acyltransferase 1 gene polymorphism on milk production traits in Beninese White Fulani and Borgou cows / I. Houaga, A. W. T. Muigai, M. Kyallo et al. // *Global Journal of Animal Breeding and Genetics*. 2017. V. 5 (5). pp. 403-412.
15. Effect of *DGATI* gene variants on milk quantity and quality in Holstein, Simmental and Brown Swiss cattle breeds in Croatia / A. Dokso, A. Ivanković, E. Zečević, M. Brka // *Mljekarstvo*. 2015. V. 65 (4). pp. 238-242. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2015.0403>.
16. Exploring novel single nucleotide polymorphisms and haplotypes of the diacylglycerol O-acyltransferase 1 (*DGATI*) gene and their effects on protein structure in Iranian buffalo / M. Naserkheil, S. R. Miraie-Ashtiani, M. Sadeghi et al. // *Genes & Genomics*. 2019. V. 41. pp. 1265-1271. <https://doi.org/10.1007/s13258-019-00854-2>.

17. Breed characteristics associated with LEP gene polymorphisms in Holstein cattle / E. V. Machulskaya, N. V. Kovalyuk, L. G. Gorkovenko et al. // Russ. Agricult. Sci. 2017. V. 43. pp. 314-316. <https://doi.org/10.3103/S1068367417040097>.
18. Insight in leptin gene polymorphism and impact on milk traits in autochthonous busha cattle // M. Milan, P. Nevres, L. Miodrag et al. // Acta Veterinaria-Beograd. 2019. V. 69 (2). pp. 153-163. <https://doi.org/10.2478/acve-2019-0012>.
19. Genetic parameters of milk productivity for three lactations of Holstein cattle with different genotypes of LEP gene / T. M. Akhmetov, N. Yu. Safina, A. M. Alimov, M. I. Varlamova // BIO Web of Conferences. 2020. V. 27. 00061. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700061>.
20. Aierqing S., Nakagawa A., Bungo T. Association between temperament and polymorphisms of CRH and leptin in Japanese Black Cattle // Journal of advanced veterinary and animal research. 2020. V. 7. № 1. pp. 1-5. <http://doi.org/10.5455/javar.2020.g386>.
21. Взаимосвязь полиморфизм генов липидного обмена (*LEP*, *TG5*) с молочной продуктивностью крупного рогатого скота / Ф. Ф. Зиннатова, А. Р. Шамсова, Ф. Ф. Зиннатова и др. // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. 2017. Т. 231. С. 72-75.
22. Сафина Н. Ю. Характеристика биологической эффективности и полноценности молочной продуктивности голштинских коров-первотёлок с разными генотипами лептина (*LEP*) // Вестник Курской ГСХА. 2018. № 4. С. 131-133.
23. Разработка способа проведения ПЦР-ПДРФ на примере *DGATI*-гена крупного рогатого скота / С. В. Тюлькин, Р. П. Вафин, А. В. Муратова и др. // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-17. С. 3773-3775.
24. Effect of leptin gene polymorphisms on growth, slaughter and meat quality traits of grazing Brangus steers / P. M. Corva, G. V. F. Macedo, L. A. Soria et al. // Genet. Mol. Res. 2009. V. 8. № 1. pp. 105-116. <http://doi.org/10.4238/vol8-1gmr556>.
25. Полиморфизм гена *OLRI* в выборке быков-производителей Республики Татарстан / М. Ламара, Г. Х. Халилова, Р. У. Зарипов и др. // Материалы Казанского международного конгресса евразийской интеграции. Казань, 2022. С. 15-22.
26. Полиморфизм генов лептина и диацилглицерол-О-ацилтрансферазы у голштинизированных чёрно-пёстрых быков / М. Ламара, Л. Р. Загидуллин, Т. М. Ахметов и др. // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. № 2 (2). С. 43-48. <http://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-46-54>.

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

**Сведения об авторах:**

Ламара Мохаммед - аспирант, e-mail.ru: madenideniden@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7621-5353>  
 Ахметов Тахир Мунавирович - доктор биологических наук, заведующий кафедрой, старший научный сотрудник, e-mail.ru: ahmetov-tahir@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-3495-2432>  
 Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, г. Казань, Россия  
 ОСП «Институт прикладных исследований АН РТ», г. Казань, Россия  
 Шайдуллин Радик Рафаилович - доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: tppi-kgau@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3172-3327>  
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия  
 Тюлькин Сергей Владимирович - доктор биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: tulsyv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5379-237X>  
 Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова Российской Академии наук, г. Москва, Россия  
 Зарубежнова Диана Викторовна - аспирант, e-mail.ru: diana.zarubezhnova@icloud.com, <https://orcid.org/0009-0006-4390-6111>  
 Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, г. Казань, Россия

**POLYMORPHISM OF LIPID METABOLISM GENES IN TATARSTAN-TYPE COWS**

**M. Lamara, T. M. Akhmetov, R. R. Shaidullin, S. V. Tyulkin, D. V. Zarubezhnova**

**Abstract.** The purpose of the research was to study the allelic polymorphism of lipid metabolism genes (*OLRI*, *DGATI* and *LEP*) in Tatarstan type cows. The object of the study was 79 first-calf heifers of the Kholmogory breed of the Tatarstan type, kept in the agricultural production complex “Agrofirm Rassvet” in the Kukmorsky district of the Republic of Tatarstan. As a result of molecular genetic studies (PCR-RFLP and AS-PCR), the animals were divided into groups taking into account their genotype at the loci of the low-density lipoprotein receptor (*OLRI*), diacylglycerol-O-acyltransferase (*DGATI*) and leptin (*LEP*) genes. Animals with different genotypes of the studied genes were further divided into groups taking into account their linear affiliation. The studied sample of first-calf heifers consisted of individuals belonging to two leading genealogical lines of the Holstein breed, namely: Wis Ideal 933122 and Reflection Sovering 198998. In general, the studies showed that in the herd of first-calf heifers of the Tatarstan type, predominated allele C (0.73) and genotype CC 49.4% for *OLRI* gene; allele A (0.77) and genotype AA 57.0% for *DGATI* gene; allele C (0.59) and genotype CT 57.0% for *LEP* gene. In the sample under study, the genetic balance is not shifted for any of the studied genes. In cows, the frequency of occurrence of alleles of the *OLRI*, *DGATI* and *LEP* genes, depending on linear affiliation (W. Ideal and R. Sovering), the trend remains. Similar data were obtained that, taking into account belonging to the Holstein breed, the highest occurrence of alleles in first-calf heifers: C (0.68-0.81) for *OLRI* gene, A (0.74-0.83) for *DGATI* gene and C (0.57-0.60) for *LEP* gene, respectively.

**Key words:** cow, PCR, DNA, polymorphism, genotype, gene *OLRI*, *OLRI*, *DGATI*, *LEP*.

**For citation:** Lamara M., Akhmetov T.M., Shaidullin R.R., Tyulkin S.V., Zarubezhnova D.V. Polymorphism of lipid metabolism genes in Tatarstan-type cows. Agrobiotechnologies and digital farming. 2024; №1 (9):

**References**

1. Yadav T., Magotra A., Bangar Y. C. Effect of BsaA I genotyped intronic SNP of leptin gene on production and reproduction traits in Indian dairy cattle. Animal Biotechnology. 2021; 34 (2): 261-267. <http://doi.org/10.1080/10495398.2021.1955701>.
2. Khatib H., Rosa G., Weigel K. Additional support for an association between *OLRI* and milk fat traits in cattle. Animal Genetics. 2007; 38: 308-310. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2007.01584.x>.

3. Wang X., Li T., Zhao H. B. Short communication: A mutation in the 3' untranslated region diminishes microRNA binding and alters expression of the OLR1 gene. *J. Dairy Sci.* 2013; 96: 6525-6528. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6873>.
4. Kaneda M., Lin B. Z., Sasazaki S. Allele frequencies of gene polymorphisms related to economic traits in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle breeds. *Animal Science Journal.* 2011; 82: 717-721. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2011.00910.x>.
5. Mashhadi M. H. A research on association between *SCD1* and *OLR1* genes and milk production traits in Iranian Holstein dairy cattle. *Iranian J. of Applied Animal Sci.* 2017; 7 (2): 243-248.
6. Khatib H., Leonard S. D., Schutzkus V. Association of the OLR1 gene with milk composition in Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2006; 89: 1753-1760. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72243-3](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72243-3).
7. Komisarek J., Dorynek Z. Effect of *ABCG2*, *PPARGC1A*, *OLR1* and *SCD1* gene polymorphism on estimated breeding values for functional and production traits in Polish Holstein-Friesian bulls. *J. Appl. Genet.* 2009; 50 (2): 125-132. <http://doi.org/10.1007/BF03195663>.
8. Luczak I. K., Piątkowska E. C. Polymorphism in the OLR1 gene and functional traits of dairy cattle. *Veterinarski Arhiv.* 2018; 88. 2: 171-177. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.170228>.
9. Ghombavani M. S., Mahyar S. A., Edriss M. A. Association of a polymorphism in the 3' untranslated region of the OLR1 gene with milk fat and protein in dairy cows. *Archiv Tierzucht.* 2013; 56. 32: 328-334. <https://doi.org/10.7482/0003-9438-56-032>.
10. Lu J., Boeren S., van Hooijdonk T. Effect of the *DGAT1 K232A* genotype of dairy cows on the milk metabolome and proteome. *J. Dairy Science.* 2015; 98 (5): 3460-3469. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8872>.
11. Li F., Cai C., Qu K. *DGAT1 K232A* polymorphism is associated with milk production traits in Chinese cattle. *Animal Biotechnology.* 2021; 32: <http://doi.org/10.1080/10495398.2020.1711769>.
12. Faraj S. H., Ayied A. Y., Seger D. K. *DGAT1* gene polymorphism and its relationships with cattle milk yield and chemical composition // *Periódico Tchê Química.* 2020; 17. 35: 174-180.
13. Bobbo T., Tiezzi F., Penasa M. Short communication: Association analysis of diacylglycerol acyltransferase (*DGAT1*) mutation on chromosome 14 for milk yield and composition traits, somatic cell score, and coagulation properties in Holstein bulls. *Journal of Dairy Science.* 2018; 101 (9): 8087-8091. <http://doi.org/10.3168/jds.2018-14533>.
14. Houaga I., Muigai A. W. T., Kyallo M. Effect of breed and Diacylglycerol acyltransferase 1 gene polymorphism on milk production traits in Beninese White Fulani and Borgou cows. *Global Journal of Animal Breeding and Genetics.* 2017; 5 (5): 403-412.
15. Dokso A., Ivanković A., Zečević E. Effect of *DGAT1* gene variants on milk quantity and quality in Holstein, Simmental and Brown Swiss cattle breeds in Croatia. *Mljekarstvo.* 2015; 65 (4): 238-242. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2015.0403>.
16. Naserkheil M., Miraie-Ashtiani S. R., Sadeghi M. Exploring novel single nucleotide polymorphisms and haplotypes of the diacylglycerol O-acyltransferase 1 (*DGAT1*) gene and their effects on protein structure in Iranian buffalo. *Genes & Genomics.* 2019; 41: 1265-1271. <https://doi.org/10.1007/s13258-019-00854-2>.
17. Machulskaya E. V., Kovalyuk N. V., Gorkovenko L. G. Breed characteristics associated with *LEP* gene polymorphisms in Holstein cattle. *Russ. Agricult. Sci.* 2017; 43: 314-316. <https://doi.org/10.3103/S1068367417040097>.
18. Milan M., Nevres P., Miodrag L. Insight in leptin gene polymorphism and impact on milk traits in autochthonous busha cattle. *Acta Veterinaria-Beograd.* 2019; 69 (2): 153-163. <https://doi.org/10.2478/acve-2019-0012>.
19. Akhmetov T. M., Safina N. Yu., Alimov A. M. Genetic parameters of milk productivity for three lactations of Holstein cattle with different genotypes of *LEP* gene. *BIO Web of Conferences.* 2020; 27: 00061. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700061>.
20. Aierqing S., Nakagawa A., Bungo T. Association between temperament and polymorphisms of CRH and leptin in Japanese Black Cattle. *Journal of advanced veterinary and animal research.* 2020; 7. 1: 1-5. <http://doi.org/10.5455/javar.2020.g386>.
21. Zinnatov F. F., Shamsova A. R., Zinnatova F. F. [Interrelation of polymorphism of lipid metabolism genes (*LEP*, *TG5*) with milk production of cattle]. *Uchjonye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny.* 2017; 231: 72-75.
22. Safina N. Yu. [Characterization of biological efficiency and full value of milk productivity in holstein heifers with different leptin (*LEP*) genotypes]. *Vestnik Kurskoj GSXA.* 2018; 4: 131-133.
23. Tyulkin S. V., Vafin R. R., Muratova A. V. [Development of a method for pcr-rflp on the example of *DGAT1* gene in cattle]. *Fundamental'ny'e issledovaniya.* 2015; 2-17: 3773-3775.
24. Corva P. M., Macedo G. V. F., Soria L. A. Effect of leptin gene polymorphisms on growth, slaughter and meat quality traits of grazing Brangus steers. *Genet. Mol. Res.* 2009; 8. 1: 105-116. <http://doi.org/10.4238/vol8-1gmr556>.
25. Lamara M., Khalilova G. H., Zaripov R. U. [Polymorphism of the OLR1 gene in a sample of breeding bulls of the Republic of Tatarstan]. *Materialy Kazanskogo mezhdunarodnogo kongressa evrazijskoj integracii.* Kazan, 2022. 15-22.
26. Lamara M., Zagidullin L. R., Ahmetov T. M. [Polymorphism of the leptin and diacylglycerol-o-acyltransferase genes in holsteinized black and white bulls]. *Agrobioteknologii i cifrovoe zemledelie.* 2022; 2 (2): 43-48. <http://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-46-54>.

**Conflict of interest**

The author declares that there is no conflict of interest. There was no funding for the work.

**Authors:**

Lamara Mohammed - graduate, e-mail: [madenideniden@gmail.com](mailto:madenideniden@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-7621-5353>  
 Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Russia  
 Akhmetov Tahir Munavirovich - Doctor of Biological Sciences, head of department, Senior researcher, e-mail: [ahmetov-tahir@mail.ru](mailto:ahmetov-tahir@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3495-2432>  
 Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Russia  
 Institute of Applied Research of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia  
 Shaydullin Radik Rafailovich - Doctor of Agricultural Sciences, head of department, e-mail: [tppi-kgau@bk.ru](mailto:tppi-kgau@bk.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3172-3327>  
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia  
 Tyulkin Sergei Vladimirovich - Doctor of Biological Sciences, Senior researcher, e-mail: [tulsv@mail.ru](mailto:tulsv@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5379-237X>  
 V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia  
 Zarubezhnova Diana Viktorovna - graduate, e-mail: [diana.zarubezhnova@icloud.com](mailto:diana.zarubezhnova@icloud.com), <https://orcid.org/0009-0006-4390-6111>  
 Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Russia.