

**Тюлькин Сергей Владимирович, с.н.с., к.с.н.,  
Гильманов Хамид Халимович, н.с.,  
Ржанова Ирина Владимировна, н.с.,  
Лазарева Екатерина Германовна м.н.с.**

ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва

## **ОЦЕНКА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА МОЛОКА КОРОВ С РАЗНЫМИ ГЕНОТИПАМИ ДИАЦИЛГЛИЦЕРОЛ-О-АЦИЛТРАНСФЕРАЗЫ**

*Аннотация. Оценка выборки чёрно-пёстро × голштинских коров с разными генотипами диацилглицерол-О-ацилтрансферазы 1 (DGAT1) показала, что наибольшие показатели удоя, выхода молочного жира и белка отмечены у особей, несущих генотипы АА и АК в сравнении с аналогами с генотипом КК. При этом значимое и достоверное превосходство в пользу аналогов с генотипом АК выявлено по выходу молока, молочного жира и белка.*

*Ключевые слова: корова, молочный жир и белок, качество молока, генотип.*

**Tyulkin Sergey Vladimirovich, Senior Researcher, Candidate of Agricultural  
Science,**

**Gilmanov Hamid Halimovich, Researcher,**

**Rzhanova Irina Vladimirovna, Researcher,**

**Lazareva Ekaterina Germanovna, Junior Researcher**

V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of  
Sciences, Moscow, Russia

## **ASSESSMENT OF MILK PRODUCTIVITY AND COW MILK QUALITY WITH DIFFERENT DIACYLGLYCEROL-O-ACYLTRANSFERASE GENO- TYPES**

*Annotation. Evaluation of black-mottled × Holstein cows with different diacylglycerol-O-acyltransferase 1 (DGAT1) genotypes showed, that highest rates of milk yield, milk fat and protein yield were observed in individuals carrying AA and AK genotypes in comparison with analogues with KK genotype. At the same time, significant and reliable superiority in analogs favor with AK genotype was revealed by milk yield, milk fat and protein.*

*Key words: cow, milk fat and protein, milk quality, genotype.*

В настоящее время идентифицирована нуклеотидная последовательность гена диацилглицерол-О-ацилтрансферазы 1 (DGAT1). Данный фермент играет функциональную роль в клеточном метаболизме диацилглицерола, участвует в

биосинтезе липидов, а также играет роль в таких физиологических процессах, как метаболизм триглицеридов, адсорбция жиров в кишечнике, связывание липопротеидов, формирование жировой ткани и период лактации у высших эукариот [1].

Данные отечественных и иностранных исследователей показывают, что генотипы и аллели гена *DGAT1* оказывают влияние на показатели молочной продуктивности и качества молока у коров разных пород и происхождения [2-8].

По массовой доле жира в молоке в условиях Республики Татарстан превосходство имели первотёлки чёрно-пёстрой породы с генотипом *DGAT1<sup>KK</sup>* по сравнению с особями с генотипом *DGAT1<sup>AK</sup>*. По массовой доле белка и казеина в молоке имели достоверное преимущество животные с генотипом *DGAT1<sup>AK</sup>* [4].

Изучение двух популяций коров голштинизированной чёрно-пёстрой породы с разными генотипами гена *DGAT1* в условиях Ленинградской области показало, что в сравнении групп коров с генотипами *AA* и *AK* удои за 305 дн. лактации, выход молочного жира и белка был ниже у *AK* генотипа. В целом массовая доля белка в молоке была выше у животных с генотипом *KK* [2].

Получена достоверная зависимость полиморфизма гена *DGAT1* коров голштинской породы немецкого происхождения с признаками молочной продуктивности (удой, выход жира и белка, процент жира и белка) [6]. Первотёлки голштинской породы чешского происхождения и коровы чистопородные и помесные по джерсейской породе индийского происхождения с гомозиготным генотипом *KK* гена *DGAT1* характеризовались наиболее высокой средней массовой долей жира [5, 8] и белка в молоке, выходом молочного жира, что было достоверно выше, чем у аналогов с генотипами *AK* и *AA* [5].

В настоящее время молочная промышленность предъявляет к молоку, как к сырью для производства продукции (питьевое молоко, сыр, масло, кисломолочные продукты, в том числе продукция консервированная, функциональная, геродиетическая и детского питания), высокие требования, так как в условиях рыночной конкуренции большую прибыль могут получать только предприятия, производящие более качественный продукт при наименьших затратах [9-12].

В связи с этим, целью исследования было изучение показателей молочной продуктивности и качества молока помесных чёрно-пёстрых первотёлок с разными генотипами гена *DGAT1* в условиях Республики Татарстан.

Материалы и методы. Исследование проведено на 158 коровах-первотёлках в ООО «Дусым» Атнинского района Республики Татарстан.

Молекулярно-генетические исследования включали этапы: взятие крови от коров, выделение ДНК из биологического материала, постановка ПЦР и ПЦР-ПДРФ, при необходимости электрофорезная детекция продуктов амплификации и рестрикции. Кровь брали из яремной вены животных, вносили в пробирки с 100 мМ ЭДТА с разведением консерванта до конечной концентрации 10 мМ. Выделение ДНК из проб крови выполнено комбинированным щелочным способом. Определение генотипов животных по гену *DGAT1* проводили методами ПЦР-ПДРФ и ПЦР-РВ [13,14].

Удой коров-первотёлок определяли ежедекадным учётом контрольных доений, а далее рассчитывали за полную и неполную лактации, то есть за 305 дней и не менее 240 дней соответственно. Массовую долю жира и белка в молоке определяли с помощью анализатора молока «ЛАКТАН 1-4».

Статистический анализ результатов исследования проводили биометрическим методом.

Результаты и обсуждение. После проведения ДНК-анализа изучаемой выборки получены следующие результаты: первотёлок с *AA*-генотипом 75 (47,5%), с *AK*-генотипом 77 (48,7%) и с *KK*-генотипом 6 (3,8%), соответственно.

Далее проведена оценка молочной продуктивности и качества молока (удой за лактацию, массовая доля и количество жира в молоке, массовая доля и количество белка в молоке) чёрно-пёстро × голштинских первотёлок с разными генотипами *DGAT1*-гена (табл. 1).

В среднем удой коров за лактацию в группе животных разных пород с генотипом *AA* гена *DGAT1* составил 4063 кг, *AK* – 4283 кг, *KK* – 3940 кг. Коровы с генотипом *KK* гена *DGAT1* уступали аналогам, несущим в своём геноме аллель *A* по удою на 123-343 кг. Причём достоверная разница была обнаружена между животными с генотипами *AK* и *KK* – 343 кг ( $P < 0,01$ ).

Массовая доля жира в молоке была в пределах от 3,82% (генотип *AA*) до 3,92% (генотип *KK*). По массовой доле жира в молоке коровы разных пород с генотипами *AK* и *KK* гена *DGAT1* превосходили сверстниц с генотипом *AA* на 0,03% и 0,12% ( $P < 0,01$ ), соответственно. При этом от чёрно-пёстро × голштинских коров, несущих в своём геноме аллель *A* гена *DGAT1* получено в среднем за лактацию молочного жира больше, чем у коров с генотипом *KK* на 0,8 кг и 10,5 кг ( $P < 0,05$ ).

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров с разными генотипами *DGAT1*-гена

Показатель	Генотип		
	<i>AA</i>	<i>AK</i>	<i>KK</i>
n	75	77	6
удой, кг	4063±84,0	4283±78,2**	3940±102,9
жир, %	3,82±0,02	3,85±0,02	3,92±0,03**
молочный жир, кг	155,2±3,29	164,9±2,98*	154,4±3,36
белок, %	3,21±0,01	3,21±0,01	3,23±0,02
молочный белок, кг	130,4±2,75	137,5±2,51*	127,3±3,90

Разница между наибольшими и наименьшим показателями, \* -  $P < 0,05$ , \*\* -  $P < 0,01$

Массовая доля белка в молоке была в пределах от 3,21% (генотипы *AA* и *AK*) до 3,23% (генотип *KK*). Полученные результаты также показали, что коровы с генотипом *KK* гена *DGAT1* превосходили по массовой доле белка в молоке животных с генотипами *AA* и *AK* на 0,02%. От коров, несущих в своём геноме *A* аллель гена *DGAT1* по сравнению с аналогами генотипа *KK* было получено более высокое количество молочного белка за лактацию на 3,1-10,2 кг. Причём достоверная разница выявлена между аналогами с генотипами *AK* и *KK* (10,2 кг,  $P < 0,05$ ). При этом наибольшее количество молочного белка было у сверстниц с генотипами *AK* и составило 137,5 кг.

Выводы. Таким образом, более высокой молочной продуктивностью и качеством молока обладали чёрно-пёстро × голштинские коровы с генотипами *AA*, *AK* (по удою, количеству молочного жира и белка) и *KK* (по массовой доле жира и белка в молоке) гена диацилглицерол-О-ацилтрансферазы 1.

#### Список литературы

1. Зиннатова, Ф.Ф. Тестирование племенного крупного рогатого скота по ДНК-маркерам молочной продуктивности: дис. ... канд. биол. наук: 06.02.07, 03.01.04 / Зиннатова Фарида Фатиховна. – Казань, 2013. – 170 с.
2. Позовникова, М.В. Полиморфизм генов *LGB*, *PRL*, *GH*, *PIT-1* и *DGAT1* и анализ ассоциации их генотипов с хозяйственно полезными признаками крупного рогатого скота: дис. ... канд. биол. наук: 06.02.07 / Позовникова Марина Владимировна. – СПб, 2017. – 138 с.
3. Тюлькин, С.В. Характеристика быков-производителей с разными генотипами диацилглицерол-О-ацилтрансферазы по происхождению / С.В. Тюлькин, Л.Р. Загидуллин, Т.М. Ахметов, Н.Ю. Сафина, Р.Р. Вафин // Ученые записки Казанской ГАВМ. – 2017. – Т. 230 (2). – С. 155-158.
4. Шайдуллин, Р.Р. Физико-химические показатели молока коров-первотёлок с разными генотипами по генам *CSN3* и *DGAT1* / Р.Р. Шайдуллин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2018. - № 2. – С. 140-144.
5. Bhat, S.A. Association of *DGAT1*, beta-casein and leptin gene polymorphism with milk quality and yield traits in Jersey and its cross with local Kashmiri cattle / S.A. Bhat, S.M. Ahmad, N.A. Ganai, S.M. Khan, A. Malik, R.A. Shah, Raashid A, Z. Iqbal // Journal of entomology and zoology studies. – 2017. – V. 5 (6). – P. 557-561.
6. Čítek, J. Associations between Gene Polymorphisms, Breeding Values, and Glucose Tolerance Test Parameters in German Holstein Sires / J. Čítek, L. Hanusová, M. Brzáková, L. Večerek, L. Panicke, L. Lískovcová // Czech. J. Anim. Sci. – 2018. – V. 63 (5). – P. 167-173. [<https://doi.org/10.17221/8/201-7CJAS>].
7. Ganiev, A.S. Reproductive quality of cows of different genotypes on *Csn3* and *Dgat1* genes depending on milk level / A.S. Ganiev, R.R. Shaidullin, F.S. Sibagatullin, G.S. Sharafutdinov, A.B. Moskvicheva, S.V. Tyulkin, T.H. Faizov // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – № 9 (6). – P. 1504-1509.
8. Kadlecová, V. Association of bovine *DGAT1* and leptin genes polymorphism with milk production traits and energy balance indicators in primiparous Holstein cows / V. Kadlecová, D. Němečková, K. Ječmínková, L. Stádník // Mljekarstvo. - 2014. – V. 64 (1). – P.19-26.
9. Сергеева, В.А. Качество молока чёрно-пёстрой коров с различной кровностью по голштинской породе: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.02.04 / Сергеева Вероника Анатольевна. – Ижевск, 1997. – 21 с.

10. Petrov, A.N. Indicators of quality of canned milk: Russian and International priorities / A.N. Petrov, A.G. Galstyan, I.A. Radaeva, S.N. Turovskaya, E.E. Illarionova, V.K. Semipyatnyi, S.A. Khurshudyan, L.M. DuBuske, L.N. Krikunova // *Foods and Raw Materials*. – 2017. – V. 5. – N. 2. – P. 151-161.

11. Галстян, А.Г. Закономерности формирования вязкости сгущенного обезжиренного молока с сахаром от параметров тепловой обработки / А.Г. Галстян, И.А. Радаева, С.А. Хуршудян, С.Н. Туровская, В.К. Семипятный, Е.Е. Илларионова // *Пищевые системы*. – 2018. – Т. 1. – № 1. – С. 13-18.

12. Галстян, А.Г. Новое в нормативной базе производства сухого цельного и обезжиренного молока / И.А. Радаева, А.Г. Галстян, А.Н. Петров, С.Н. Туровская // *Переработка молока*. – 2011. – № 9 (143). – С. 20-23.

13. Тюлькин, С.В. Разработка способа проведения ПЦР-ПДРФ на примере DGAT1-гена крупного рогатого скота / С.В. Тюлькин, Р.Р. Вафин, А.В. Муратова, И.И. Хатыпов, Л.Р. Загидуллин, Е.Н. Рачкова, Т.М. Ахметов, Р.Х. Равилов // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2-17. – С. 3773-3775.

14. Vafin, R.R. Development of PCR Methods for Cattle Genotyping by Allelic Variants of DGAT1 Gene / R.R. Vafin, S.V. Tyulkin, L.R. Zagidullin, A.V. Muratova, T.M. Akhmetov, F.F. Zinnatova, Yu.R. Yulmetyeva, Sh.K. Shakirov, M.Sh. Tagirov, R.Kh. Ravilov // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2016 – V. 7. – N. 2. – P. 2075-2080.