

Оценка молочной продуктивности холмогорских коров с аллельными вариантами генов пролактина и соматотропина

Радик Рафаилович Шайдуллин¹, Ленар Рафикович Загидуллин², Тахир Мунавирович Ахметов²,
Гузель Хафизовна Халилова²

¹Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия, info@kazgau.com

²Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, г. Казань, Россия, kazanveterinary.ru

Аннотация. Изучена взаимосвязь аллельных вариантов генов пролактина и соматотропина с показателями молочной продуктивности коров холмогорской породы по 1-й и 3-й лактациям. У первотелок, как и у полновозрастных коров, наиболее высокие удои (5040 и 5836 кг), количество молочного жира (194,5 и 224,1 кг) и молочного белка (163,8 и 189,1 кг) наблюдаются в группе, имеющей генотип *PRL AA*. По массовой доле жира и белка в молоке коровы 3-й лактации с генотипом *PRL BB* достоверно превосходили остальные группы животных на 0,13–0,15 % ($P < 0,001$) и 0,05 % ($P < 0,05$) соответственно. По гену соматотропина наибольший уровень молочной продуктивности выявлен у животных с генотипом *GH LL* при достоверном преимуществе над полновозрастными коровами *GH VL* и *GH VV* по удою на 280 кг ($P < 0,001$) и 509 кг ($P < 0,001$), по количеству молочного жира на 9,1 кг ($P < 0,001$) и 18,5 кг ($P < 0,01$), по количеству молочного белка на 7,9 кг ($P < 0,01$) и 14,8 кг ($P < 0,01$). Наибольшие жирномолочность и белкомолочность принадлежат животным с генотипом *GH VV* – 3,90 и 3,26 %. Полученные данные свидетельствуют о более высоком уровне молочной продуктивности у коров с генотипом *PRL AA* и *GH LL*, но лучшие жирномолочность и белкомолочность отмечены у особей, имеющих в своем генотипе аллель *B* гена *PRL* и *V* гена *GH*.

Ключевые слова: пролактин; соматотропин; генотип; удои; молочная продуктивность; корова.

Для цитирования: Шайдуллин Р. Р., Загидуллин Л. Р., Ахметов Т. М., Халилова Г. Х. Оценка молочной продуктивности холмогорских коров с аллельными вариантами генов пролактина и соматотропина // Аграрный научный журнал. 2022. № 3. С. 75–78. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i3pp75-78>.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

Estimation of dairy productivity of Kholmogorsky cows with allel variants of prolactin and somatotropin genes

Radik R. Shaidullin¹, Lenar R. Zagidullin², Takhir M. Akhmetov², Guzel H. Khalilova²

¹Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia, info@kazgau.com

²Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan Russia, kazan-veterinary.ru

Abstract. The interrelation of allelic variants of prolactin and somatotropin genes with indicators of milk productivity of cows of the Kholmogory breed for the 1st and 3rd lactation was studied. The highest milk yield (5040 and 5836 kg) amount of milk fat (194,5 and 224,1 kg) and milk protein (163,8 and 189,1 kg) are observed in the group with the *PRL AA* genotype in first-calf heifers as well as in full-age cows. In terms of the mass fraction of fat and protein in milk the 3rd lactation cows with the *PRL* genotype *BB* significantly exceeded the other groups of animals by 0,13-0,15% ($P < 0,001$) and 0,05 % ($P < 0,05$), respectively. According to the somatotropin gene, the highest level of milk productivity was revealed in animals with the *GH LL* genotype, with a significant advantage over full-age cows *GH VL* and *GH VV* in milk yield by 280 kg ($P < 0,001$) and 509 kg ($P < 0,001$), by the amount of milk fat by 9,1 kg ($P < 0,001$) and 18,5 kg ($P < 0,01$), by the amount of milk protein per 7,9 kg ($P < 0,01$) and 14,8 kg ($P < 0,01$). The highest butterfat and protein-milk content belongs to animals with the *GH VV* genotype that are 3,90 % and 3,26 %. The obtained data indicated a higher level of milk productivity in cows with the *PRL AA* and *GH LL* genotypes, but the best fat and milk content was noted in cows with the B allele of the *PRL* gene and the V allele of the *GH* gene in their genotype.

Keywords: prolactin; somatotropin; genotype; milk yield; milk productivity; cow.

For citation: Shaidullin R. R., Zagidullin L. R., Akhmetov T. M., Khalilova G. H. Estimation of dairy productivity of kholmogorsky cows with allel variants of prolactin and somato-tropin genes. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(3):75–78 (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i3pp75-78>.

Введение. В настоящее время в селекции важно использовать генетические маркеры, которые связаны с качественными признаками продуктивности молочного скота. Потенциальными маркерами молочной продуктивности крупного рогатого скота могут служить как гены молочных белков (каппа-казеин (*CSN3*), бета-лактоглобулин (*LGB*)), так и гормоны (пролактин (*PRL*) и соматотропин (*GH*)) [7]. Применение генов гормонов пролактина (*PRL*) и соматотропина (*GH*) как ДНК-маркеров молочной продуктивности крупного рогатого скота связано с участием кодируемых ими белков в процессах регуляции лактации, образования и секреции питательных составляющих частей молока [3, 8].

Пролактин (*PRL*) является белковым гормоном, который участвует в поддержании лактации и формирует уровень молочной продуктивности крупного рогатого скота [10]. Аллельные варианты гена пролактина действуют на показатели молочной продуктивности скота независимо от породы, при этом наибольшее количество исследователей утверждают, что высокий уровень удоя имеют коровы с генотипом *PRL AA* и *PRL AB* [6] и аналогичную тенденцию в отношении количества молочного жира и белка [2]. По другим источникам животные с генотипом *BB* продуцировали молоко с большим содержанием жира и белка по сравнению с аналогами генотипов *AA* и *AB* [2, 13].

Соматотропин (гормон роста, *GH*) является основным регулятором и обладает лактогенной и жиромобилизующей активностью. Многочисленными отечественными и зарубежными исследованиями установлена взаимосвязь полиморфизма гена *GH* с показателями молочной продуктивности коров разных пород и регионов. Так, генотип *LL GH* связан с уровнем удоя, а генотип *VV* с большей массовой долей жира и белка в молоке [14]. Но встречаются иссле-





дования, показывающие значительное превосходство по надою и массовой доле жира у животных с генотипом *VV* [4]. Однако, по утверждению других, самый высокий удой, выход молочного жира и белка имели коровы гетерозиготного генотипа *LV* гена *GH* [5].

В связи с этим возникает необходимость в проведении исследований, направленных на определение ассоциации генов пролактина и гормона роста с молочной продуктивностью животных у наиболее распространенных пород в конкретном регионе, что обеспечивает повышение эффективности маркерной селекции и ведения отрасли молочного скотоводства.

Целью исследования является изучение ассоциации аллельных вариантов генов пролактина и соматотропина с показателями молочной продуктивности коров холмогорской породы.

Методика исследований. Для проведения исследований в условиях ОАО «Племзавод «Бирюлинский» Высокогорского района Республики Татарстан было отобрано 160 первотелок и 143 полновозрастных коровы татарстанского типа холмогорской породы, от которых были взяты пробы крови и выделены образцы ДНК.

Материалом для молекулярного ДНК-тестирования служила венозная кровь животных. Выделение ДНК проводилось с помощью набора «Магнсорб» («Интерлабсервис», Москва), согласно инструкции производителя. Генотипы *PRL* [11] и *GH* [12] определяли методом ПЦР-ПДРФ (полиморфизм длин рестрикционных фрагментов). Амплификацию проводили на амплификаторе «Терцик» («ДНК-технология», Москва), используя праймеры: 5'-CGAGTCCTTATGAGCTTGATCTT-3' и 5'-GCCTTCCAGAAGTCGTTTGTTC-3' (*PRL*) и 5'-GCTGCTCCTGAGGGCCCTTC-3' и 5'-CATGACCCTCAGGTACGTCCTCCG-3' (*GH*). ПДРФ-анализ включал в себя обработку амплификатов генов *PRL* и *GH* эндонуклеазами рестрикции *RsaI* и *AluI* соответственно.

В зависимости от присутствия аллелей *A* и *B* гена *PRL* генотипы были распределены на три группы (*AA*, *AB*, *BB*) и аллелей *L* и *V* гена *GH* генотипы были распределены также на три группы (*LL*, *LV*, *VV*).

Для исследования были использованы данные молочной продуктивности за 1-ю и 3-ю лактации у коров с разными генотипами *PRL* и *GH*. Полученные материалы статистически обработаны с использованием программного приложения Microsoft Excel из программного пакета Microsoft Office 2007.

Результаты исследований. У холмогорского скота, имеющего генотип *PRL AA*, отмечен наибольший уровень продуктивности, при превышении остальных групп по удою за 1-ю лактацию на 143–145 кг, за 3-ю лактацию на 106–244 кг; по количеству молочного жира за 1-ю – на 3,6–4,1 кг, за 3-ю – на 1–2,9 кг; по количеству молочного белка за 1-ю – на 1,7–5,2 кг, за 3-ю – на 3,5–5,1 кг соответственно (табл. 1).

Высокой жирномолочностью и белкомолочностью отличаются коровы с генотипом *PRL BB* (3,90 и 3,31 %; 3,99 и 3,29 %), при достоверном превосходстве другие группы по 3-й лактации по массовой доле жира в молоке – на 0,13–0,15 % ($P < 0,001$) и массовой доле белка в молоке – на 0,05 % ($P < 0,05$).

Таким образом, коровы с генотипом *AA* по гену пролактина обладали более высоким уровнем молочной продуктивности. Высокой жирномолочностью и белкомолочностью отличались животные с генотипом *BB*.

С нашими данными согласуются исследования Ю. Юльметьевой с соавторами [9], согласно которым у молочного скота татарстанского типа холмогорской породы с генотипом *PRL BB* выше массовая доля жира и белка в молоке, а коровы с генотипом *PRL AA* имели преимущество над *PRL AB* и *BB* по удою. Следовательно, аллель *B* гена пролактина существенно влияет на состав молока отечественного скота.

Холмогорские коровы с гомозиготным генотипом *GH LL* характеризуются высокими показателями уровня молочной продуктивности. У первотелок с генотипом по гену соматотропина *LL* удой был выше по сравнению с группами *GH VL* на 177 кг и *GH VV* на 189 кг, количество молочного жира – на 6,3 и 5,3 кг, количество молочного белка – на 3,9 и 5,1 кг (табл. 2).

Таблица 1

Молочная продуктивность коров (по 1-й и 3-й лактациям) татарстанского типа холмогорской породы в зависимости от генотипа пролактина

Показатель	Генотип <i>PRL</i>		
	<i>AA</i>	<i>AB</i>	<i>BB</i>
1-я лактация			
<i>n</i>	112	43	5
Удой, кг	5040±66,4	4895±75,8	4897±209,9
МДЖ, %	3,86±0,019	3,89±0,026	3,90±0,033
Молочный жир, кг	194,5±2,95	190,4±3,32	190,9±6,54
МДБ, %	3,25±0,008	3,24±0,011	3,31±0,051
Молочный белок, кг	163,8±2,50	158,6±2,70	162,1±5,87
3-я лактация и старше			
<i>n</i>	103	35	5
Удой, кг	5836±43,9	5730±84,3	5592±120,9
МДЖ, %	3,84±0,013	3,86±0,022	3,99±0,025
Молочный жир, кг	224,1±1,50	221,2±3,12	223,1±5,68
МДБ, %	3,24±0,007	3,24±0,013	3,29±0,022
Молочный белок, кг	189,1±1,41	185,6±2,77	184,0±3,53

**Молочная продуктивность коров (по 1-й и 3-й лактациям) татарстанского типа холмогорской породы
в зависимости от генотипа соматотропина**

Показатель	Генотип <i>GH</i>		
	<i>LL</i>	<i>VL</i>	<i>VV</i>
1-я лактация			
<i>n</i>	75	76	9
Удой, кг	5091±76,2	4914±74,6	4902±152,3
МДЖ, %	3,86±0,020	3,87±0,023	3,90±0,065
Молочный жир, кг	196,5±3,03	190,2±3,56	191,2±6,25
МДБ, %	3,24±0,010	3,26±0,010	3,26±0,025
Молочный белок, кг	164,9±2,62	161,0±2,95	159,8±5,44
3-я лактация и старше			
<i>n</i>	73	60	10
Удой, кг	5955±49,2	5675±57,1	5446±124,2
МДЖ, %	3,84±0,016	3,87±0,017	3,86±0,042
Молочный жир, кг	228,7±1,65	219,6±2,28	210,2±5,76
МДБ, %	3,23±0,008	3,25±0,010	3,26±0,022
Молочный белок, кг	192,3±1,52	184,4±2,08	177,5±5,35

У коров по 3-й лактации наблюдается превосходство гомозиготной группы *GH LL* над животными с генотипом *GH VL* и *GH VV* по удою на 280 кг ($P<0,001$) и 509 кг ($P<0,001$), по количеству молочного жира – на 9,1 кг ($P<0,001$) и 18,5 кг ($P<0,01$), по количеству молочного белка – на 7,9 кг ($P<0,01$) и 14,8 кг ($P<0,01$) соответственно.

У первотелок с генотипом *GH VV* отмечены лучшая массовая доля жира – 3,90 % и массовая доля белка в молоке – 3,26 %; по 3-й лактации большая жирномолочность характерна для гетерозиготной группы – 3,87 %. Но разность между группами статистически не достоверна, поэтому можно судить лишь о тенденции к превосходству.

Таким образом, коровы с генотипом *LL* по гену соматотропина имели более высокий уровень молочной продуктивности, но наибольшими жирномолочностью и белковомолочностью отличались животные с генотипом *GH VV*.

Схожие результаты наличия высокой жирномолочности и белковомолочности у коров, имеющих аллель *V* соматотропина в генотипе, наблюдаются у отечественного скота [5, 6]. Также аналогичное преимущество женских особей по удою получено у животных с генотипом *GH LL* [1, 6].

Заключение. Коровы с генотипом *AA* по гену пролактина и *LL* по гену соматотропина обладали более высоким удою, а также выходом молочного жира и белка.

Большей жирностью и белковостью отличается молоко, полученное от животных, имеющие в генотипе аллель *B* гена *PRL* и *V* гена *GH*.

Выявлено наличие высокой ассоциации уровня молочной продуктивности коров с генотипом *GH LL* и массовой доли жира и белка в молоке животных с генотипом *PRL BB*, что дает возможность совершенствования холмогорского скота с использованием ДНК-маркеров в направлении повышения молочной продуктивности и качества молока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джапаридзе Г. М. Полиморфизм генов молочных белков и гормонов у коров голштинской породы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Лесные Поляны, 2013. 21 с.
2. Епишко О. А., Пешко В. В., Пешко Н. Н. Влияние генов бета-лактоглобулина и пролактина на показатели молочной продуктивности коров белорусской черно-пестрой породы // Сб. науч. тр.; под ред. В. К. Пестиса. Гродно, 2017. С. 52–59.
3. Епишко О. А., Пешко В. В., Пешко Н. Н. Использование генов LGB, PRL и GH в качестве маркеров молочной продуктивности в селекции крупного рогатого скота белорусской черно-пестрой породы // Ученые записки. 2018. Т. 54. Вып. 2. С. 84–88.
4. Ильина А. В., Муштукова Ю. В., Хуртина О. А. Генетическая оценка состояния популяционного генофонда крупного рогатого скота ярославской породы в ОАО «Михайловское» Ярославского района // Вестник АПК Верхневолжья. 2014. № 4 (28). С. 39–43.
5. Взаимосвязь полиморфных вариантов генов пролактина, гормона роста и каппа-казеина с молочной продуктивностью / Д. К. Некрасов [и др.] // Аграрный вестник Верхневолжья. 2017. № 1(18). С. 40–48.
6. Позовникова М. В., Сердюк Г. Н., Митрофанова О. В. Ассоциация однонуклеотидных полиморфизмов генов-кандидатов PRL и β-LG с хозяйственно-полезными признаками у коров черно-пестрой породы // Генетика и разведение животных. 2017. № 4. С. 31–36.
7. Теоретические и практические аспекты полиморфизма генетических маркеров и их ассоциация с продуктивностью молочного скота / Р. Р. Шайдуллин [и др.]. Казань: Ихлас, 2020. 284 с.
8. Тюлькин С. В., Шайдуллин Р. Р., Гильманов Х. Х., Вафин Р. Р. Влияние породы и генотипа по гену пролактина на молочную продуктивность и качество молока коров // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2020. № 5. С. 55–60.
9. Юльметьева Ю., Шакиров Ш., Миннахметов А., Фатхутдинов Н. Связь полиморфных вариантов генов молочных белков и гормонов с признаками молочной продуктивности крупного рогатого скота // Молочное и мясное скотоводство. 2013. № 7. Р. 23–26.
10. Polymorphism of the prolactin gene (PRL) and its relationship with milk production in American Swiss cattle / E. Alfonso et. al. // African Journal of Biotechnology. 2012. Vol. 11(29). P. 7338–7343.





11. Association of genetic variants of bovine prolactin with milk production traits of Black-and-White and Jersey cattle / A. Dybus et al. // *Arch. Tierz.* 2005. Vol. 48. No. 2. P. 149–156.
12. Nucleotide sequence of the bovine growth hormone chromosomal gene / D. F. Gordon et al. // *Mol. Cell. Endocrinol.* 1983. Vol. 33. P. 81–95.
13. Patel J. B., Chauhan J. B. Polymorphism of the prolactin gene and its relationship with milk production in gir and kankrej cattle // *Journal of natural science, biology and medicine.* 2017. Vol. 8. P. 167–170.
14. Holstein İneklerde GH/*AluI* polimorfizmi ile Bazı Süt Verim Özellikleri Arasındaki İlişkiler / Z. Sönmez et al. // *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi.* 2018. Vol. 6 (5). P. 602–606.

REFERENCES

1. Japaridze G. M. Polymorphism of genes of milk proteins and hormones in Holstein cows: Abstract of the dissertation of the candidate of biological sciences. Lesnye Polyany; 2013. 21 p. (In Russ.).
2. Epishko O. A., Peshko V. V., Peshko N. N. Influence of beta-lactoglobulin and prolactin genes on milk productivity of cows of the Belarusian Black-and-White breed. Collection of scientific papers, edited by V.K. Pestisa. Grodno; 2017. P. 52–59. (In Russ.).
3. Epishko O. A., Peshko V. V., Peshko N. N. Use of the LGB, PRL and GH genes as markers of milk production in the selection of cattle of the Belarusian Black-and-White breed. *Scientific notes.* 2018;54(2):84–88. (In Russ.).
4. Ilyina A. V., Mushtukova Yu. V., Khurtina O. A. Genetic assessment of the state of the population gene pool of cattle of the Yaroslavl breed in JSC “Mikhailovskoye” of the Yaroslavl region. *Bulletin of the agro-industrial complex of the Upper Volga region.* 2014;4(28):39–43. (In Russ.).
5. Interrelation of polymorphic variants of prolactin, growth hormone and kappa-casein genes with milk productivity / D. K. Nekrasov et al. *Agrarian Bulletin of the Upper Volga Region.* 2017;1(18):40–48. (In Russ.).
6. Pozovnikova M. V., Serdyuk G. N., Mitrofanova O. V. Association of single nucleotide polymorphisms of PRL and β -LG candidate genes with economically useful traits in black-and-white cows. *Genetics and animal breeding.* 2017;(4):31–36. (In Russ.).
7. Theoretical and practical aspects of polymorphism of genetic markers and their association with the productivity of dairy cattle / R. R. Shaidullin et al. Kazan: Ikhlas; 2020. 284 p. (In Russ.).
8. Tyulkin S. V., Shaidullin R. R., Gilmanov H. H., Vafin R. R. Influence of the breed and genotype of the prolactin gene on milk productivity and milk quality of cows. *Veterinary science, zootechnics and biotechnology.* 2020;(5):55–60. (In Russ.).
9. Yulmetyeva Yu., Shakirov Sh., Minnakhmetov A., Fatkhutdinov N. Association of polymorphic variants of genes of milk proteins and hormones with signs of dairy productivity in cattle. *Dairy and beef cattle breeding.* 2013;(7):23–26. (In Russ.).
10. Polymorphism of the prolactin gene (PRL) and its relationship with milk production in American Swiss cattle / E. Alfonso et al. *African Journal of Biotechnology.* 2012;11(29):7338–7343.
11. Association of genetic variants of bovine prolactin with milk production traits of Black-and-White and Jersey cattle / A. Dybus et al. *Arch. Tierz.* 2005;48(2): 149–156.
12. Nucleotide sequence of the bovine growth hormone chromosomal gene / D. F. Gordon et al. *Mol. Cell. Endocrinol.* 1983;33:81–95.
13. Patel J. B., Chauhan J. B. Polymorphism of the prolactin gene and its relationship with milk production in gir and kankrej cattle. *Journal of natural science, biology and medicine.* 2017;8:167–170.
14. Holstein İneklerde GH/*AluI* polimorfizmi ile Bazı Süt Verim Özellikleri Arasındaki İlişkiler / Z. Sönmez et al. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi.* 2018;6(5). P. 602–606.

Статья поступила в редакцию 29.06.2021; одобрена после рецензирования 20.07.2021; принята к публикации 25.07.2021.

The article was submitted 29.06.2021; approved after reviewing 20.07.2021; accepted for publication 25.07.2021.