

Научная статья
УДК 636.082.25
doi:10.35694/YARCX.2024.67.3.012

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ КОРОВ С РАЗНЫМИ ПОЛИМОРФНЫМИ ВАРИАНТАМИ ГОРМОНОВ PRL, LEP И TG5

Мария Дмитриевна Бойко¹, Гаянэ Владимировна Мкртчян²

^{1, 2}Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия
¹tigrisssa04@mail.ru, ORCID 0000-0002-7897-1099
²milan1011@mail.ru, ORCID 0000-0002-3686-0139

Реферат. Проведена оценка частоты встречаемости генотипов и аллелей генов пролактина, лептина и тиреоглобулина в популяции голштинской породы крупного рогатого скота, установлено влияние генотипов этих генов на молочную продуктивность коров. Среди коров с гомозиготным по аллелю В генотипом пролактина – самый высокий показатель удоя (11590 кг). Также эти особи лидировали по концентрации и выходу жира и белка. Гомозиготные по аллелю А животные представили самые низкие показатели. Гетерозиготные по гену лептина особи превосходили гомозигот LEP^{AA} по удою, а также по массовой доле и выходу жира и белка. По гену тиреоглобулина преимущество в показателях удоя (9784 кг) и массовой доле белка (3,52%) – также за гетерозиготами.

Ключевые слова: продуктивность, полиморфизм, гормоны, голштинская порода, пролактин, лептин, тиреоглобулин

EVALUATION OF THE PRODUCTIVE QUALITIES OF COWS WITH DIFFERENT POLYMORPHIC VARIANTS OF PRL, LEP AND TG5 HORMONES

Mariya D. Boyko¹, Gayane V. Mkrtchyan²

^{1, 2}Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin, Moscow, Russia
¹tigrisssa04@mail.ru, ORCID 0000-0002-7897-1099
²milan1011@mail.ru, ORCID 0000-0002-3686-0139

Abstract. The frequency of occurrence of genotypes and alleles of prolactin, leptin and thyroglobulin genes in the population of Holstein cattle was estimated, the influence of genotypes of these genes on the milk producing ability of cows was established. Among cows with a prolactin genotype homozygous for allele B the highest rate of milk yield was observed (11590 kg). Also, these individuals were leading in the concentration and yield of fat and protein. Animals homozygous for allele A showed the lowest rates. Heterozygous individuals in the leptin gene were superior to LEP^{AA} homozygotes in milk yield, as well as in the mass fraction and yield of fat and protein. According to the thyroglobulin gene, the advantage in milk yield (9784 kg) and the mass fraction of protein (3.52%) also belongs to heterozygotes.

Keywords: productivity, polymorphism, hormones, Holstein breed, prolactin, leptin, thyroglobulin

Введение. Для определения генетического потенциала племенных животных используют методы ДНК-диагностики, которые позволяют выделять и маркировать гены, детерминирующие признаки продуктивности [1; 2; 3; 4; 5]. Среди большого числа генов, определяющих молочную продуктивность, можно выделить две группы: к первой относятся гены белков, входящих в состав

молока, таких как казеины и бета-лактоглобулин; во вторую входят полиморфные гены гормонов, в частности, пролактина и соматотропина, которые являются пептидными гормонами гипофиза [6; 7].

В исследованиях многих авторов [6; 8; 9], направленных на совершенствование молочных высокопродуктивных пород крупного рогатого скота с использованием генетических методов оценки,

отображены результаты оценки влияния генотипов гормонов пролактин (PRL), лептин (LEP) и тиреоглобулин (TG) на молочную продуктивность животных. Были оценены голштинская и джерсейская породы разных хозяйств Московской области. По результатам исследований, преимущественно с высокими удоями, а также сравнительно высокой концентрацией белка и жира в молоке, характеризовались голштинские коровы с генотипом AA пролактина, АВ лептина (также отмечен наивысший показатель концентрации белка – 3,52%) и СТ тиреоглобулина. Установлено наличие породных особенностей, которое нельзя не принимать к сведению при оценке молочного скота по ДНК-маркерам продуктивности, как пример – наиболее высокие удои у джерсейских коров, гетерозиготных по пролактину, когда среди голштинских коров преимущество по удоям имели животные с генотипом AA.

Цель нашего исследования – установить связь между генами гормонов PRL, LEP и TG с молочной продуктивностью у коров голштинской породы в условиях ООО «АПК «Вохринка» Московской области.

Материалы и методы исследования. Предмет исследований – показатели молочной продуктивности, частота встречаемости генотипов и аллелей генов гормонов у крупного рогатого скота голштинской породы и связь между ними. В качестве материала для исследований использованы данные первичного зоотехнического учёта молочной продуктивности коров, взятый у животных биологический материал (кровь). Объектом исследований послужило стадо коров голштинской породы ООО «АПК «Вохринка» г.о. Раменского Московской области (n = 326). Выделение ДНК из биоматериала и определение генотипов изучаемых гормонов выполнены в лаборатории ДНК-технологий отдела генетики сельскохозяйственных животных федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссий-

ский научно-исследовательский институт племенного дела» (ФГБНУ ВНИИплем).

В результате амплификации ДНК лейкоцитов крови с последующим рестрикционным гидролизом и анализом длин продуктов амплификации методом горизонтального электрофореза были идентифицированы специфические фрагменты генов исследуемых гормонов:

- пролактин PRL (аллели А, В);
- лептин LEP (аллели А, В);
- тиреоглобулин TG5 (аллели Т, С).

Результаты исследований. Характеристика генофонда крупного рогатого скота по полиморфизму генов, связанных с показателями молочной продуктивности животных, крайне важна для создания стад с более высокими качественными показателями молока.

Результаты исследований частот генотипов и аллелей исследуемых генов (табл. 1) показали, что по распределению полиморфных вариантов генов гормонов в исследуемом стаде наибольшее количество животных оказалось с гомозиготным генотипом по аллелю А пролактина – р (AA) = 0,69 против 0,19 по гетерозиготам и минимального значения – 0,12 по животным с наиболее желательным, согласно литературным источникам, генотипом ВВ. Частота аллелей А и В равняется 0,79 и 0,21 соответственно.

Следует отметить, что не выявлено ни одной особи с гомозиготным по аллелю ВВ генотипом лептина. Преимущество в распределении частот генотипов также за гомозиготами по аллелю А (0,83) при его частоте 0,91; частота встречаемости генотипа АВ – 0,17 (частота аллеля В составила 0,09).

По гену тиреоглобулина установлено, что частота генотипов СС и СТ составила 0,53 и 0,33 соответственно, носителей генотипа ТТ – наименьшая численность (0,14) при частоте аллелей С и Т 0,69 и 0,31 соответственно.

Результаты анализа степени гетерозиготности стада представлены графически на рисунке 1.

Таблица 1 – Распределение генотипов и частота аллелей у коров по гормонам пролактин, лептин и тиреоглобулин

	Частота генотипов			Частота аллелей	
	n = 36	<i>PRL</i>			
AA		AB	BB	A	B
0,69		0,19	0,12	0,79	0,21
<i>LEP</i>					
AA		AB	BB	A	B
0,83		0,17	–	0,91	0,09
<i>TG5</i>					
CC		CT	TT	C	T
0,53		0,33	0,14	0,69	0,31

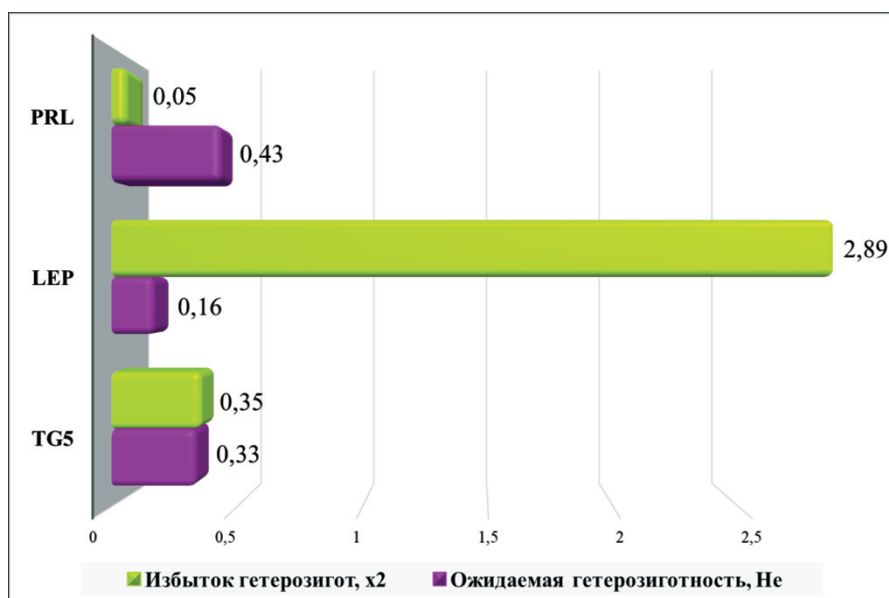


Рисунок 1 – Результаты определения степени гетерозиготности исследуемого стада (n = 36)

Наибольший избыток гетерозигот наблюдается в данном стаде по гену лептина (2,89) при ожидаемой гетерозиготности 0,16. Дефицит гетерозигот установлен по гену PRL – избыток 0,05 при ожидаемой гетерозиготности 0,43. По гену тиреоглобулина (TG5) установлено наибольшее равновесие – (χ^2) = 0,35 при H_e = 0,33.

По результатам расчётов уравнения Харди-Вайнберга не установлено равновесия ни по одному изучаемому гену. Так, его значение составило 1,018 для гена PRL, 1,029 – для LEP и 0,961 – для TG5.

Представлены результаты анализа встречаемости комплексных генотипов гормонов в исследуемом стаде (табл. 2).

В исследуемой выборке выявлено 7 комплексных генотипов гормонов. Определена наивысшая частота встречаемости комплексного генотипа гормонов PRL^{AA}/LEP^{AA}/TG5^{CC} – 47%, что подтверждает наличие большого числа гомозигот в исследуемом стаде по аллелю А пролактина и лептина и аллелю С тиреоглобулина.

Встречаемость комплексных генотипов, включающих в себя гетерозиготы (AA/AB/CC; AB/AA/CC; AB/AA/CT), колеблется в пределах от 6 до 11%.

По результатам расчётов встречаемости полиморфных вариантов генов изучаемых гормонов определены животные – носители конкретных генотипов, а также определены показатели молочной продуктивности данных животных. В результатах исследований молочной продуктивности коров за I лактацию в зависимости от генотипов PRL, LEP и TG5 (табл. 3) представлены структурированные данные о средних показателях продуктивных качеств животных разных генотипов. Превосходство в исследуемом стаде наблюдается у животных с генотипами AA пролактина и лептина, а также CC тиреоглобулина. Среди коров с гомозиготным по аллелю В генотипом пролактина (n = 4) – самый высокий показатель удоя (11590 кг) против 9845 и 8445 кг у коров с генотипами АВ и АА соответственно (P > 0,999).

Таблица 2 – Встречаемость комплексных генотипов по генам гормонов пролактин, лептин и тиреоглобулин

	Комплексные генотипы PRL/LEP/TG5	Частота встречаемости генотипов	
		n	%
n = 36	AA/AA/CC	17	47
	AA/AA/CT	4	11
	AA/AA/TT	2	6
	AA/AB/CC	4	11
	AB/AA/CC	3	8
	AB/AA/CT	2	6
	BB/AA/CC	4	11

Таблица 3 – Молочная продуктивность коров за I лактацию в зависимости от генотипов PRL, LEP и TG5

Признак	Генотип	n = 36	Удой, кг		Массовая доля жира, %			Выход молочного жира, кг			Массовая доля белка, %			Выход молочного белка, кг			
			$\bar{X} \pm Sx$	σ	Сv, %	$\bar{X} \pm Sx$	σ	Сv, %	$\bar{X} \pm Sx$	σ	Сv, %	$\bar{X} \pm Sx$	σ	Сv, %	$\bar{X} \pm Sx$	σ	Сv, %
PRL	AA	25	8445±305 ¹	1293	15,3	4,05±0,10 ²	0,41	10,0	344±16 ⁴	68	19,9	3,37±0,04 ³	0,17	4,9	285±11 ⁵	47	16,4
	AB	7	9845±801 ¹	1387	14,1	4,17±0,08	0,13	3,2	411±33	57	13,9	3,38±0,03 ³	0,04	1,3	331±25	44	13,2
	BB	4	11590±500 ^{**1}	1001	8,6	4,31±0,19 ^{*2}	0,39	8,9	497±3 ^{*4}	6	1,3	3,47±0,08 ^{*3}	0,15	4,4	403±21 ^{*5}	42	10,4
LEP	AA	30	8919±299 ²	1610	18,0	4,10±0,07	0,39	9,4	367±14	78	21,2	3,41±0,03	0,15	4,3	304±11	58	19,2
	AB	6	9536±378 ^{*2}	925	9,7	4,17±0,17	0,43	10,3	400±29	72	17,9	3,47±0,06	0,14	4,1	331±17	43	12,9
	BB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TG5	CC	19	8660±345 ²	1503	17,4	4,15±0,09	0,38	9,0	361±18	78	21,5	3,33±0,03 ⁸	0,13	4,0	291±12	53	18,1
	CT	12	9784±595 ^{*3}	1784	18,2	4,12±0,12	0,35	8,4	403±26	79	19,6	3,52±0,04 ^{**6}	0,12	3,4	343±21	62	18,1
	TT	5	8710±570 ⁷	988	11,3	3,92±0,32	0,55	13,9	342±40	70	20,5	3,36±0,03 ⁸	0,05	1,4	290±21	37	12,6

Примечание: * – P > 0,95; ** – P > 0,99; *** – P > 0,999; ^{1, 2, 3, 4, 5, 7, 8} – обозначение достоверности между генотипами животных.

Помимо превосходства в обильномолочности, особи с генотипом PRL^{BB} лидировали также по концентрации (4,31% МДЖ и 3,47% МДБ) и выходу жира и белка ($P > 0,95$). Гетерозиготные особи характеризовались средним уровнем показателей по данным признакам, гомозиготные по аллелю А – наиболее низкими. Показатели удоя и содержания компонентов молока снижаются в направлении PRL^{BB}→PRL^{AB}→PRL^{AA}.

Гетерозиготные по гену лептина особи превосходили гомозигот LEP^{AA} по удою (преимущество в 617 кг, $P > 0,95$), а также по массовой доле и выходу жира и белка. Гомозигот по аллелю В среди исследуемой выборки не выявлено.

По гену тиреоглобулина преимущество в показателях удоя (9784 кг, $P > 0,95$) и массовой

доле белка (3,52%, $P > 0,99$) – также за гетерозиготами. Удой и массовая доля белка имеет тенденцию к снижению в следующем направлении: TG5^{CT}→TG5^{TT}→TG5^{CC}.

Выводы. Среди коров с гомозиготным по аллелю В генотипом пролактина наблюдается самый высокий показатель удоя (11590 кг), $P > 0,999$. Также эти особи лидировали по концентрации и выходу жира и белка. Гомозиготные по аллелю А животные представили самые низкие показатели. Гетерозиготные по гену лептина особи превосходили гомозигот LEP^{AA} по удою ($P > 0,95$), а также по массовой доле и выходу жира и белка. По гену тиреоглобулина преимущество отмечено в показателях удоя (9784 кг, $P > 0,95$) и массовой доле белка (3,52%, $P > 0,99$) также за гетерозиготами.

Список источников

1. Бакай А. В., Бакай Ф. Р., Лепёхина Т. В. [и др.] Генетика и селекция и животных. М. : ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», 2020. 183 с. ISBN 978-5-86341-463-8. EDN YZIKCJ.
2. Жаймышева С. С., Герасимова Т. Г., Косилов В. И., Бакаева Л. Н. Аллельные варианты гена каппа-казеина у коров голштинской породы // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 3 (63). С. 60–64. DOI 10.35694/YARCX.2023.63.3.007. EDN EKJGJY.
3. Погорельский И. А., Сердюк Г. Н., Позовникова М. В. Полиморфизм генов бета-лактоглобулина, гормона роста и пролактина и влияние их генотипов на молочную продуктивность коров // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 6. С. 9–13. EDN SQJJJD.
4. Сабетова К. Д., Чаицкий А. А., Лемякин А. Д., Щеголев П. О. Продуктивные признаки коров чёрно-пёстрой породы с разными комплексными генотипами по генам GH и TG в условиях племрепродукторов Костромской области // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 3 (63). С. 49–59. DOI 10.35694/YARCX.2023.63.3.006. EDN RMVSIM.
5. Чимидова Н. В., Моисейкина Л. Г., Убушиева А. В. [и др.] Полиморфизм гена CAPN1 и взаимосвязь с продуктивными качествами животных у крупного рогатого скота // Вестник АПК Верхневолжья. 2024. № 1 (65). С. 90–95. DOI 10.35694/YARCX.2024.65.1.012. EDN BVYXOY.
6. Lavrov A. A., Gorelik A. S., Dogareva N. G. [et al.] The influence of origin on milk productivity of cows // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 16–19 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Vol. 839. Krasnoyarsk : IOP Publishing Ltd, 2021. P. 32005. DOI 10.1088/1755-1315/839/3/032005. EDN PWJLSY.
7. Сычева О. В., Кононова Л. В. Повышение молочной продуктивности и качества молока под контролем генетических маркеров // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : сб. тр. II международ. науч.-практ. интернет-конф. / ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». Солёное Займище : Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, 2017. С. 1422–1424. EDN ZANQIR.
8. 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. С. 23–25. EDN RLNLPH.
9. Хатами С. Р., Лазебный О. Е., Максименко В. Ф., Сулимова Г. Е. ДНК-полиморфизм генов гормона роста и пролактина у ярославского и черно-пестрого скота в связи с молочной продуктивностью // Генетика. 2005. Т. 41, № 2. С. 229–236. EDN HRYQAZ.

References

1. Bakaj A. V., Bakaj F. R., Lepekhina T. V. [i dr.] Genetika i selekciya i zhivotnyh. M. : FGBOU VO «Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny i biotekhnologii – MVA imeni K. I. Skryabina», 2020. 183 s. ISBN 978-5-86341-463-8. EDN YZIKCJ.
2. Zhajmysheva S. S., Gerasimova T. G., Kosilov V. I., Bakaeva L. N. Allel'nye varianty gena kappa-kazeina u korov golshtinskoj porody // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2023. № 3 (63). S. 60–64. DOI 10.35694/YARCX.2023.63.3.007. EDN EKJGJY.

3. Pogorel'skij I. A., Serdyuk G. N., Pozovnikova M. V. Polimorfizm genov beta-laktoglobulina, gormona rosta i prolaktina i vliyanie ih genotipov na molochnuyu produktivnost' korov // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2014. № 6. S. 9–13. EDN SQJJJD.
4. Sabetova K. D., Chaitskij A. A., Lemyakin A. D., Shchegolev P. O. Produktivnye priznaki korov chyorno-pyostroj porody s raznymi kompleksnymi genotipami po genam GH i TG v usloviyah plemreproduktorov Kostromskoj oblasti // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2023. № 3 (63). S. 49–59. DOI 10.35694/YARCX.2023.63.3.006. EDN RMVMSIM.
5. Chimidova N. V., Moisejkina L. G., Ubushieva A. V. [i dr.] Polimorfizm gena CAPN1 i vzaimosvyaz' s produktivnymi kachestvami zhivotnyh u krupnogo rogatogo skota // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2024. № 1 (65). S. 90–95. DOI 10.35694/YARCX.2024.65.1.012. EDN BVYXOY.
6. Lavrov A. A., Gorelik A. S., Dogareva N. G. [et al.] The influence of origin on milk productivity of cows // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 16–19 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Vol. 839. Krasnoyarsk : IOP Publishing Ltd, 2021. P. 32005. DOI 10.1088/1755-1315/839/3/032005. EDN PWJLSY.
7. Sycheva O. V., Kononova L. V. Povyshenie molochnoj produktivnosti i kachestva moloka pod kontrol'em geneticheskikh markerov // Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty racional'nogo prirodnopol'zovaniya : sb. tr. II mezhdunarod. nauch.-prakt. internet-konf. / FGBNU «Prikaspijskii NII aridnogo zemledeliya». Solenoe Zajmishche : Prikaspijskij nauchno-issledovatel'skij institut aridnogo zemledeliya, 2017. S. 1422–1424. EDN ZANQIR.
8. Yul'met'eva Yu., Shakirov Sh., Minnakhmetov A., Fatkhutdinov N. Svyaz' polimorfnyh variantov genov molochnyh belkov i gormonov s priznakami molochnoj produktivnosti krupnogo rogatogo skota // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2013. № 7. S. 23–25. EDN RLNLPH.
9. Khatami S. R., Lazebnyj O. E., Maksimenko V. F., Sulimova G. E. DNK-polimorfizm genov gormona rosta i prolaktina u yarovskogo i cherno-pestrogo skota v svyazi s molochnoj produktivnost'yu // Genetika. 2005. T. 41, № 2. S. 229–236. EDN HRYQAZ.

Сведения об авторах

Мария Дмитриевна Бойко – аспирант кафедры генетики и разведения животных имени В. Ф. Красоты, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», spin-код: 7448-3456.

Гаяне Владимировна Мкртчян – доктор биологических наук, доцент, доцент кафедры генетики и разведения животных имени В. Ф. Красоты, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», spin-код: 4866-6893.

Information about the authors

Mariya D. Boyko – postgraduate student of the Department of Genetics and Animal Breeding named after V. F. Krasota, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin", spin-code: 7448-3456.

Gayane V. Mkrтчyan – Doctor of Biological Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Genetics and Animal Breeding named after V. F. Krasota, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin", spin-code: 4866-6893.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.