

УДК 636.1:575

## ПОЛИМОРФИЗМ ПРОЛАКТИНОВОГО РЕЦЕПТОРА PRLR У ЛОШАДЕЙ РАЗНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ

### POLYMORPHISM OF THE PROLACTIN RECEPTOR PRLR IN HORSES OF DIFFERENT SPECIALIZATION

Храброва Л.А., Зиновьева С.А., Блохина Н.В., Зеленченкова А.А., Базарон Б.З.,  
Сорокин С.И.

#### Аннотация

В статье впервые представлены результаты изучения распространения полиморфизма гена пролактинового рецептора по сайту точечной замены PRLR G>C rs 394089265 у лошадей заводских и местных пород. Мутация была выявлена во всех изученных породах с частотой встречаемости 0,087-0,409. Установлено влияние гаплотипов PRLR на телосложение и индекс компактности лошадей башкирской и бурятской пород.

**Ключевые слова:** ген пролактинового рецептора, лошади, породы, телосложение

#### Summary

The article presents for the first time the results of studying the spread of polymorphism of the prolactin receptor gene along the site of point replacement PRLR G>C rs 394089265 in horses of factory and local breeds. The mutation was detected in all the studied breeds with a frequency of 0.087- 0.409. The influence of PRLR haplotypes on the physique and compactness index of horses of Bashkir and Buryat breeds has been established.

**Key words:** horse, prolactin receptor gene, breeds, body conformation

#### Введение.

Поиск новых генов-кандидатов, ассоциированных с хозяйственно-полезными признаками, является перспективной методологией совершенствования генетических методов селекции и важен для лучшего понимания процессов формирования признаков высокой продуктивности животных. Пролактин является первым гормоном, сформировавшимся в филогенезе позвоночных. Генетический полиморфизм гормона пролактина и его рецептора описан у человека и нескольких видов домашних животных, включая крупный рогатый скот, овец и свиней [1, 2, 3].

Гипофизарный гормон пролактин совместно со своими мембранными рецепторами регулирует репродуктивную, иммунную и метаболическую функцию, а также участвует в генезе опухолей. Рецептор пролактина PRLR является членом надсемейства цитокинов, существует в нескольких изоформах и широко представлен в разных тканях и клетках организма [3].

Многочисленные исследования подтверждают влияние генетических вариантов PRLR на содержание белка в молоке коров, его коагуляционные свойства и выход сыра [4]. Установлена связь локуса PRLR с многоплодием свиноматок и весом поросят к времени отъема. Согласно результатам научных исследований наличие у свиноматки аллеля PRLRA приводит к увеличению многоплодия на 0,5-0,7 поросят [5, 6].

На сегодняшний день нуклеотидный полиморфизм гена PRLR у лошадей практически не исследован. Проведенный K.Giesecke с соавторами [7] скрининг последовательности этого гена у жеребцов ганноверской породы показал, что в его структуре присутствуют две однонуклеотидные замены, генетические варианты которых ассоциированы с плодовитостью производителей и существенно влияют на уровень зажеребляемости кобыл. В настоящее время этот ген включен в перечень генетических маркеров, определяющих плодовитость лошадей [8].

Исследования полиморфизма гена PRLR у китайских лошадей породы Yili, выявили высокий уровень полиморфизма этого локуса. По данным Abula с соавторами [9] этот ген, расположенный на 21 хромосоме (ECA 21:31,054,801-31,107,331), включает 10 SNP мутаций в области 4, 5 и 10 экзонов. Идентифицированные SNP мутации включали четыре аминокислотные замены, а именно: p.H409P (ок.1226 A>C), p.H427N (ок.1279 C>A), p.Q588H (ок.1764 G >C) и p.I593K (с.1778 T>A) в кодирующей части гена. По мнению исследователей, теоретически четыре нуклеотидные замены могут привести к изменению пространственной структуры и функции молекул гена PRLR, который играет фундаментальную роль в передаче сигнала. Однако необходимы дальнейшие исследования, чтобы определить, влияют ли эти мутации на молочную продуктивность кобыл.

Полиморфизм гена PRLR G>C был изучен у лошадей вятской породы, при этом была отмечена высокая частота встречаемости мутантного аллеля и различия в величине индекса массивности между лошадьми с разными типами пролактинового рецептора при явном превосходстве гетерозиготных особей [10, 11].

**Целью** наших исследований стало изучение полиморфизма гена пролактинового рецептора PRLR G>C у лошадей заводских и местных пород, а также его влияния на индексы телосложения.

#### Материалы и методы.

Материалом для исследований послужили пробы волос 147 лошадей заводских и местных пород, протестированных в лаборатории «ХорсГен» в 2016-2020 годах. ДНК выделяли из волосных луковиц с помощью набора «ExtraGene DNA Prep 200» («Изоген», г. Москва). Для выявления нуклеотидной замены PRLR G>C rs 394089265 использовали метод аллель-специфической ПЦП со специально подобранными праймерами. Телосложение лошадей оценивали с учетом индексов обхвата груди, компактности и костистости. Для статистической обработки данных использовали программу MS Excel 10.

Табл. 1. Частоты аллелей и генотипов в гене PRLR G&gt;C у лошадей разных пород

Порода	n	G/G	G/C	C/C	PRLR <sup>G</sup>	PRLR <sup>C</sup>
Башкирская	19	15	4	0	0,895	0,105
Бурятская	15	8	5	2	0,700	0,300
Вятская	18	15	3	0	0,917	0,083
Немецкие спортивные	11	6	1	4	0,591	0,409
Орловская рысистая	50	32	7	1	0,710	0,290
Русская тяжеловозная	24	21	3	0	0,938	0,063
Чистокровная верховая	10	6	4	0	0,800	0,200

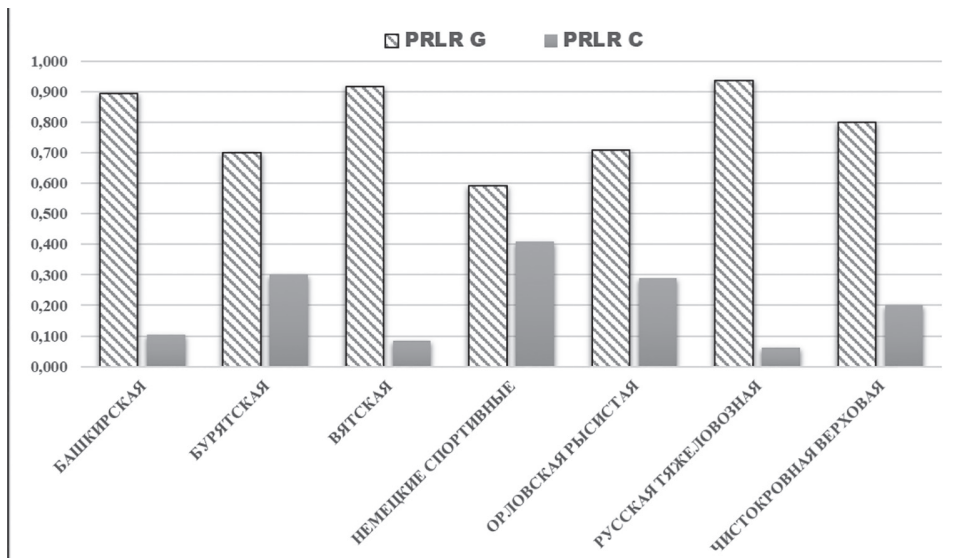


Рис. 1. Гистограмма частот встречаемости аллелей рецептора пролактина PRLR G&gt;C у лошадей разных пород.

Табл. 2. Индексы телосложения лошадей с разными генотипами по рецептору пролактина PRLR G&gt;C

Порода	Генотип	n	Индекс обхвата	Индекс компактности	Индекс костистости
			M±m	M±m	M±m
Бурятская	PRLR C/C	2	129,04±2,613	124,14±2,069	13,62±0,049
	PRLR C/G	5	127,49±0,741	122,44±0,437	13,67±0,144
	PRLR G/G	8	127,05±0,601	120,42±0,409	13,84±0,147
Башкирская	PRLR C/C	0	-	-	-
	PRLR C/G	4	124,74±1,553	119,44±2,336	13,13±0,037
	PRLR G/G	13	124,91±0,931	116,90±0,939	13,12±0,051

### Результаты исследований.

Точечная мутация в кодирующей области PRLR G>C rs 394089265 была обнаружена у лошадей всех изученных пород, включая башкирскую, орловскую рысистую, русскую тяжеловозную, ольденбургскую, тракненскую и чистокровную верховую (таблица 1). При этом наблюдалась достаточно высокая частота встречаемости аллеля PRLRC (0,083-0,409) в породах лошадей разной специализации (таблица 1), что указывает на древнее происхождение

этой мутации, распространившейся по всему миру.

Лошади с гомозиготным генотипом PRLR C/C были типичны для представителей немецких спортивных пород (36,4%), но встречались в других породах лошадей, включая бурятскую и орловскую рысистую. По данным С.П. Басс с соавторами [10], гомозиготные по мутантному аллелю особи C/C были выявлены и в вятской породе лошадей.

Сравнительный анализ индексов телосложения бурятских лошадей из СПК «Ульдурга» Еравнинского района с разными типами PRLR показал, что между ними имеются определенные различия (табл. 2).

Конематки с генотипом PRLR C/C имели самые высокие значения индексов обхвата груди и компактности, по которым на 2-4% превосходили своих сверстниц с генотипом PRLR G/G, но в связи с малочисленностью групп эти различия оказались недостоверными. Статистически значимые различия по значению индекса компактности были установлены между лошадьми с генотипами C/G и G/G с явным преимуществом гетерозиготного варианта ( $P<0.001$ ). При этом бурятские лошади с разными генотипами PRLR практически не различались по индексу костистости.

Анализ протестированного поголовья показал, что мутация PRLR G>C встречается в генетической структуре практически всех линий бурятской породы, при этом наиболее часто в линиях Монгола и Чича, характеризующихся самими высокими показателями благополучной выжеребки (100%), выхода молодняка (96-100%) и сохранности молодняка в 30 дней (96-99%) [12].

У лошадей башкирской породы, разводимых на ферме «Слободка» Тверской области с гетерозиготным генотипом PRLR C/G, также был отмечен самый высокий показатель индекса компактности (+2,54%), но различия между группами были недостоверными.

### Заключение.

Результаты изучения встречаемости нуклеотидной замены в кодирующей области гена пролактинового рецептора

PRLR G>C свидетельствуют о широком распространении этой мутации в генофондах заводских и местных пород разной специализации. Установленная связь гаплотипов PRLR с индексом компактности лошадей местных пород позволяет рассматривать его в качестве одного из генов-кандидатов, влияющих на гармоничность телосложения и указывает на необходимость дальнейшего изучения его биологической функции.

## Источники

1. Леонова М.А., Германцева Л.В., Усатов А.И. Роль гена пролактина и его рецептора в формировании признаков продуктивности сельскохозяйственных животных // Генетика и разведение животных. 2014. № 4. С.37-39.
2. Селионова М.И., Кононова Л.В., Сычева О.В. Оценка полиморфизма гена пролактина у коров молочных пород // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. №1. С.27-37.
3. Лычкова А.Э., Пузииков А.М. Пролактин и серотонин // Вестник РАМН. 2014. 1-2. С.38-45
4. Худякова Н.А., Кудрина Б.А., Ступина А.О. Генетические маркеры молочной продуктивности крупного рогатого скота // Эффективное животноводство. 2022. № 6. С.74-77. DOI: 10.24412/cl-33489-2022-6-74-77
5. Калашникова Л.А., Лаломлва Е.В. Полиморфизм свиней по генам эстрагенового и пролактинового рецепторов // Зоотехния. 2009. № 12. С.5-6.
6. Клименко А.И., Колосов А.Ю., Леонова М.А. и др. Породная дифференциация желательных генотипов гена PRLR у свиней // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. Т. 47, № 4. С.32-37.
7. Evolution of prolactin receptor (PRLR) as candidate gene for male fertility in Hanoverian warmblood horses / Giesecke K., Hamann H., Sieme H. [et al.] // *Reprod. Domest. Anim.* 2010. Vol.45, №5. P.124-130. DOI: 10.1111/j.1439-0531.2009.01533.x.
8. Impaired reproductive function in Equines: From genetics to genomics / Laseca N., Anaya G., Pena Z. [et al.] // *Animals*. 2021. Vol. 11, №2. P.393. DOI: 10.3390/ani1120393.
9. Novel polymorphisms detected in the prolactin receptor gene of Yili horse (*Equus caballus*) by PCR-SSCP / Abula R., Zhang H-L., Chen Y. [et al.] // *Anim. Feed Sci.* 2013. Vol. 22, N1. P.70-76. DOI: 10.22358/jafs/66021/2013.
10. Басс С.П., Белоусова Н.Ф., Гуляева А.Н. Селекционно-генетические параметры оценки лошадей вятской породы // Вестник Ижевской ГСХА. 2022. №4 (72). С.4-12. DOI 10.48012/1817-5457\_2022\_4\_4-12
11. Study of population-genomic structure of Vyatka horses in interline aspect / Belousova N.F., Bass S.A., Zinovieva S.A. [et al.] // *Agrarian Bulletin of the Ural*. 2022. №514. P.2-8. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-229-14-2-8.
12. Продуктивные и воспроизводительные качества при селекционном улучшении бурятской породы / Хаамируев Т.Н., Дашинимаев С.М., Базарон Б.З [и др.] // *Коневодство и конный спорт*. 2023. № 1. С.23-25. DOI: 10.25727/HS.2023.1.6035

**Храброва Людмила Александровна**, докт. с.-х. наук, профессор, гл. науч. сотр. лаб. генетики ФГБНУ «ВНИИ коневодства»

**Зиновьева Светлана Александровна**, канд. биол. наук, доцент ФГБОУ «МГАВМИБ-МВА имени К.И. Скрябина»

**Блохина Нина Васильевна**, докт. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаб. генетики ФГБНУ «ВНИИ коневодства»

**Зеленченкова Алена Анатольевна**, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., зав. лаб. ФГБНУ «ФНЦЖ – ВИЖ имени акад. Л.К. Эрнста»

**Базарон Бадма Зелимович**, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаб. разведения и селекции животных НИИВ Восточной Сибири, филиал СФНЦА РАН, г. Чита

**Сорокин Сергей Иванович**, канд. с.-х. н., зав. лаб. генетики, ФГБНУ «ВНИИ коневодства»

УДК 636.1.:611.013.11

## КИСЛОТНЫЕ И БУФЕРНЫЕ СВОЙСТВА СПЕРМЫ ЖЕРЕБЦОВ

### ACIDIC AND BUFFERING PROPERTIES OF STALLION SPERM

Науменкова В.А.

#### Аннотация

В данной статье показаны индивидуальные различия спермы жеребцов по кислотным и буферным свойствам. Выяснилось, что изменения pH спермы после разбавления происходят неодинаково и зависят от многих факторов: от начального значения pH нативной спермы (коэффициент корреляции 0,69), степени разбавления (коэффициент корреляции 0,47), общего количества спермиев в эякуляте (коэффициент корреляции 0,36), от содержания щелочных компонентов (коэффициент корреляции 0,42), от кислотных компонентов (коэффициент корреляции -0,3). Чем выше значение щелочного буфера эякулята, тем больше сдвиг pH разбавленной спермы в кислую сторону.

**Ключевые слова:** сперма жеребцов, состав спермы, кислотные свойства, буферные свойства, разбавление спермы, ЛЦХЖ-среда, кислотно-щелочной баланс

#### Summary

This article shows the individual differences in the sperm of stallions in terms of acidic and buffering properties. It turned out that changes in the pH of sperm after dilution do not occur in the same way and depend on many factors: from the initial pH value of native sperm (correlation coefficient 0.69), the degree of dilution (correlation coefficient 0.47), the total number of sperm in the ejaculate (correlation coefficient 0.36), from the content of alkaline components (correlation coefficient 0.42), from acidic components (correlation coefficient -0.3). The higher the value of the alkaline buffer of the ejaculate, the greater the pH shift of the diluted sperm to the acidic side.

**Key words:** Semen of stallions, composition of semen, acidic properties, buffer properties, dilution of sperm, LCJ medium, acid-base balance