

молоке выше на 0,02%, количество молочного жира и белка также были выше на 9,12 и 5,76 кг соответственно (разница не достоверна).

Анализ коэффициента вариации показал, что массовая доля жира и белка в молоке имел низкое значение и колебался от 5,02% (МДБ в группе умеренно формирующихся животных) до 10,70% (МДЖ в группе медленно формирующихся животных). По удою, количеству молочного жира и белка коэффициент изменчивости колебался от 18,10% (удой в группе умеренно формирующихся животных) до 21,91% (КМЖ в группе быстро формирующихся животных).

**Заключение.** Анализ изменения показателей интенсивности роста показал, что в группе медленно формирующихся животных были установлены наибольшие живая масса при рождении при рождении и среднесуточный прирост живой массы в период с 12 месяцев до возраста первого осеменения наибольший (852,0 г.). Наибольшие показатели молочной продуктивности имели первотелки, относящиеся этой же группе. Удой составил 7294 кг при массовой доле жира в молоке – 3,76% и массовой доле белка в молоке – 3,41%.

**Литература.** 1. Абылкасымов, Д. Практика интенсивного выращивания и раннего осеменения телок молочного скота / Д. Абылкасымов, Л. В. Ионовой, К. Ю. Сизовой, Д. В. Бажанова // Сб. науч. тр. «Инновационное развитие животноводства в Российской Федерации» – Тверь, 2016. – С. 50-53; 2. Бакай, А. В. Генетика / А. В. Бакай, И. И. Кочии, Г. Г. Скрипниченко. – Москва: КолосС, 2006. – 448 с.; 3. Беларусь: итоги работы животноводов за январь-декабрь / Информационно-ресурсный центр // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrobeltarus.by>. – Дата доступа: 11.04.2023; 4. Гавриков, А. М. Воспроизводство крупного рогатого скота / А. М. Гавриков. – Москва, 2022. – С. 120-123; 5. Глазко, А. С. Долголетие коров с различным возрастом первого отела / А. С. Глазко, С. И. Корсун, Н. Н. Климов // Научный поиск молодежи XXI века. Часть 1. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 240-241; 6. Кудрин, М. Р. Влияние генетических факторов на рост, развитие и воспроизводительные качества ремонтных тёлков / М. Р. Кудрин. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 12.05.2023; 7. Национальный статистический комитет: // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://belstat.gov.by/bgd/public\\_compilation](http://belstat.gov.by/bgd/public_compilation). – Дата доступа: 22.04.2023; 8. Основы разведения сельскохозяйственных животных. Учебно-методическое пособие / УО «Гродненский государственный аграрный университет» / Л. А. Танана [и др.] – Гродно, 2015. – 58 с.; 9. Республиканский семинар-совещание о развитии села и повышении эффективности аграрной отрасли / Информационно-ресурсный центр // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://president.gov.by>. – Дата доступа: 11.04.2023.

УДК 636.1.082.2

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕНОТИПОВ ПО ГЕНАМ *MSTN*, *COX4I2* И *PPARGC1A* С ОСНОВНЫМИ ПРОМЕРАМИ И ИНДЕКСАМИ ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ ЛОШАДЕЙ ТРАКЕНЕНСКОЙ И ГАННОВЕРСКОЙ ПОРОД**

**Вишневец А.В., Будревич О.Л.**

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,  
Республика Беларусь

*Представлены результаты исследования взаимосвязи комплексных генотипов по генам *MSTN*, *COX4I2* и *PPARGC1A* с основными промерами и индексами племенной ценности лошадей тракененской и ганноверской пород. Более высокорослые и мощные лошади верховых пород при сочетании генов с генотипами  $MSTN^{CT}COX4I2^{CC}PPARGC1A^{CC}$  и  $MSTN^{CC}COX4I2^{CT}PPARGC1A^{CC}$ . Индекс работоспособности и комплексный индекс больше у лошадей с сочетанием генов с генотипами  $MSTN^{TT}COX4I2^{TT}PPARGC1A^{CC}$ . **Ключевые слова:** лошади, экстерьер, ген, генотип, индекс племенной ценности.*

## **RELATIONSHIP OF COMPLEX GENOTYPES FOR THE *MSTN*, *COX4I2* AND *PPARGC1A* GENES WITH MAIN MEASUREMENTS AND BREEDING INDICES VALUES OF TRAKHENNER AND HANOVER HORSES**

**Vishnevets A.V., Budrevich O.L.**

Vitebsk "Order of the Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine,  
Republic of Belarus

*The results of a study of the relationship between complex genotypes for the MSTN, COX4I2 and PPARGC1A genes with the main measurements and indices of breeding value of horses of the Trakehner and Hanoverian breeds are presented. Taller and more powerful horses of riding breeds when combining genes with the genotypes  $MSTN^{CT}COX4I2^{CC}PPARGC1A^{CC}$  and  $MSTN^{CC}COX4I2^{CT}PPARGC1A^{CC}$ . The performance index and complex index are higher in horses with a combination of genes with the  $MSTN^{TT}COX4I2^{TT}PPARGC1A^{CC}$  genotypes. **Keywords:** horses, exterior, gene, genotype, breeding value index.*

**Введение.** В настоящее время многие российские генетические лаборатории предлагают свои услуги по тестированию лошадей по генам, определяющим масть, работоспособность, наследственные дефекты и заболевания, которые неизбежно накапливаются в породах в результате мутаций и чистопородной системы разведения. Для оценки генетического потенциала лошадей используют методы маркерной и геномной селекции, что позволяет оперативно считывать и расшифровывать информацию о структуре всего генома.

Как и другие количественные признаки, работоспособность лошадей определяется аддитивным взаимодействием многих генов и факторами внешней среды. Влияние генотипа на работоспособность лошадей достаточно существенно, но при действии генов может широко варьировать по своей силе и значимости. Поэтому несомненный интерес представляет влияние вариантов генов, которые могут служить генетическими маркерами высокой работоспособности [1].

Задачей современной селекции является сохранение генетического потенциала и выдающихся спортивных качеств лошадей верховых пород и увеличение уровня работоспособности в соответствии с новейшими мировыми достижениями в коннозаводстве и спорте [6].

Выбор лошадей спортсменами проводится в основном по таким признакам, как экстерьер и происхождение. Практика тренировки и испытаний племенных лошадей, усложнение условий спортивных соревнований предъявляют все более высокие требования к разработке научно-обоснованных систем подготовки. Выявление факторов, влияющих на спортивную работоспособность лошадей верховых пород, позволит усовершенствовать методику испытаний и тем самым повысить эффективность отбора.

В связи с этим, изучение генетических факторов, влияющих на спортивную работоспособность лошадей является важной и своевременной задачей [4].

Прогнозирование будущей продуктивности животных зависит от методов их оценки и темпов селекционного процесса. Метод отбора по селекционным признакам эффективнее осуществлять с применением индексов, разрабатываемых с учетом наследуемости, генетических корреляций и значимости каждого признака. Величины частных коэффициентов регрессии, определяющих вес каждого признака, измеряются так, что корреляция между селекционным индексом и общей племенной ценностью животных достигает максимального значения. Индексный метод – самый распространенный метод оценки племенной ценности животных. Сущность решаемых задач состоит в том, чтобы выразить показатели продуктивности животного через их весовые значения, то есть через выход товарной продукции [2, 5].

**Материал и методы исследований.** Объектом исследований являлись лошади верховых пород (траккененская и ганноверская) Учреждения «Республиканский центр олимпийской подготовки конного спорта и коневодства» Минского района (n=87). Материалом для исследований служили биологические пробы (волосыяные луковицы) лошадей. ДНК экстрагировали методом полимеразной цепной реакции (ПЦР), используя наборы, производимые фирмой «Нуклеосорб» в комплектации «С» (ОДО «АртБиоТех», РБ). Генотипирование лошадей по генам *MSTN*, *COX4I2* и *PPARGC1A* проводилось методом полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ) [7-10].

Качество лошадей тракененской породы характеризует комплексный индекс племенной ценности, который рассчитывали по следующему алгоритму 1:

$$I_{\text{комп.}} = 0,22 \times I_T + 0,23 \times I_{\text{п}} + 0,26 \times I_3 + 0,29 \times I_p, \quad (1)$$

где 0,22; 0,23; 0,26; 0,29 – относительные весовые коэффициенты частных индексов племенной ценности жеребцов, кобыл и ремонтного молодняка по типу, промерам (высота в холке, см), экстерьеру, работоспособности.

$I_T$ ;  $I_{\text{п}}$ ;  $I_3$ ;  $I_p$  – частные индексы племенной ценности лошадей по типу, промерам (высота в холке, см), экстерьеру, работоспособности

Расчет частных индексов племенной ценности лошадей тракененской породы осуществляется с использованием следующих коэффициентов наследуемости: тип – 0,35; промеры (высота в холке, см) – 0,20; экстерьер – 0,43; работоспособность – 0,15.

Качество лошадей ганноверской породы характеризует комплексный индекс племенной ценности, который рассчитывали по следующему алгоритму 2:

$$I_{\text{комп.}} = 0,22 \times I_T + 0,24 \times I_{\text{п}} + 0,30 \times I_3 + 0,24 \times I_p, \quad (2)$$

где 0,22; 0,24; 0,30; 0,24 – относительные весовые коэффициенты частных индексов племенной ценности жеребцов, кобыл и ремонтного молодняка по типу, промерам (высота в холке, см), экстерьеру, работоспособности.

$I_T$ ;  $I_{\text{п}}$ ;  $I_3$ ;  $I_p$  – частные индексы племенной ценности лошадей по типу, промерам (высота в холке, см), экстерьеру, работоспособности

Расчет частных индексов племенной ценности лошадей ганноверской породы осуществляется с использованием следующих коэффициентов наследуемости: тип – 0,05; промеры (высота в холке, см) – 0,11; экстерьер – 0,11; работоспособность – 0,15.

**Результаты исследований.** Непосредственная связь экстерьера с производительностью наблюдается у рабочих тяжеловозных пород лошадей, выведение которых было связано с их отбором и оценкой по экстерьеру. У быстроаллюрных лошадей прямой зависимости между экстерьером и работоспособностью не обнаружено. Тем не менее, существуют определенные желательные требования к статьям тела и промерам лошади, которые могут оказывать существенное влияние на длительность и результативность ее дальнейшего использования [3].

Для установления взаимосвязи показателей основных промеров лошадей тракененской и ганноверской пород в зависимости от сочетания генов *MSTN*, *COX4I2* и *PPARGC1A* с различными генотипами проанализировали данные, представленные в таблице 1.

**Таблица 1 – Основные промеры лошадей верховых пород в зависимости от различных комплексных генотипов по генам *MSTN*, *COX4I2* и *PPARGC1A* ( $\bar{x} \pm m_x$ )**

Генотип	n	Промеры, см		
		высота в холке	обхват груди	обхват пясти
<i>MSTN<sup>TT</sup>COX4I2<sup>CC</sup>PPARGC1A<sup>CC</sup></i>	19	162,5±1,03	181,7±2,02	20,3±0,25
<i>MSTN<sup>TT</sup>COX4I2<sup>CT</sup>PPARGC1A<sup>CC</sup></i>	11	159,1±1,39	175,3±2,21	20,0±0,26
<i>MSTN<sup>TT</sup>COX4I2<sup>TT</sup>PPARGC1A<sup>CC</sup></i>	4	162,0±2,35	179,8±3,94	20,6±0,38
<i>MSTN<sup>CT</sup>COX4I2<sup>CC</sup>PPARGC1A<sup>CC</sup></i>	15	163,2±0,76*	183,9±1,98**	20,8±0,12**
<i>MSTN<sup>CT</sup>COX4I2<sup>CT</sup>PPARGC1A<sup>CC</sup></i>	23	160,6±0,89	178,2±1,24	20,4±0,15
<i>MSTN<sup>CT</sup>COX4I2<sup>TT</sup>PPARGC1A<sup>CC</sup></i>	5	162,0±2,12	177,4±2,12	20,1±0,30
<i>MSTN<sup>CC</sup>COX4I2<sup>CT</sup>PPARGC1A<sup>CC</sup></i>	3	163,3±0,88*	182,0±4,93	20,5±0,29
<i>MSTN<sup>CC</sup>COX4I2<sup>TT</sup>PPARGC1A<sup>CC</sup></i>	3	163,3±1,86	179,0±3,06	21,0±0,29**

При анализе показателей основных промеров (таблица 1) можно сделать вывод, что при сочетании генов с генотипами *MSTN<sup>CT</sup>COX4I2<sup>CC</sup>PPARGC1A<sup>CC</sup>* и *MSTN<sup>CC</sup>COX4I2<sup>CT</sup>PPARGC1A<sup>CC</sup>* лошади верховых пород более высокорослые и мощные: высота в холке на 2,5 (P>0,95) и 2,6 % (P>0,95), обхват груди на 4,8 (P>0,99) и 3,7 %, обхват пясти на 3,8 (P>0,99) и 2,4 % соответственно больше, чем у лошадей при сочетании генов с генотипами *MSTN<sup>TT</sup>COX4I2<sup>CT</sup>PPARGC1A<sup>CC</sup>*. У лошадей с сочетанием генов с генотипами *MSTN<sup>CC</sup>COX4I2<sup>TT</sup>PPARGC1A<sup>CC</sup>* при высоте в холке на 2,6 % и обхвате пясти на 5,0 %

( $P > 0,99$ ) обхват груди достаточно небольшой (179,0 см) в сравнении с лошадьми при сочетании генов с генотипами  $MSTN^{TT}COX4I2^{CT}PPARGC1A^{CC}$ .

При оценке выраженности желательного типа учитываются особенности породы и современные требования к ней. Племенная (генетическая) ценность характеризует качество оцениваемой лошади в популяции, породе и отражается значением комплексного индекса, который рассчитывается в зависимости от частных [5].

Индексы лошадей верховых пород в зависимости от различных комплексных генотипов по генам  $MSTN$ ,  $COX4I2$  и  $PPARGC1A$  представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Индексы лошадей верховых пород в зависимости от различных комплексных генотипов по генам  $MSTN$ ,  $COX4I2$  и  $PPARGC1A$ , % ( $\bar{X} \pm m_x$ )**

Генотип	Ит	Ип	Иэ	Ир	ИК
$MSTN^{TT}COX4I2^{CC}PPARGC1A^{CC}$	96,09±0,61	100,20±0,12*	96,61±0,97	103,40±0,44	99,27±0,27
$MSTN^{TT}COX4I2^{CT}PPARGC1A^{CC}$	96,04±1,00	99,88±0,14	98,31±0,66	103,52±0,21	99,65±0,31
$MSTN^{TT}COX4I2^{TT}PPARGC1A^{CC}$	98,45±0,69	100,19±0,38	97,87±1,08	104,52±0,50	100,36±0,17**
$MSTN^{CT}COX4I2^{CC}PPARGC1A^{CC}$	97,65±0,75	100,31±0,10***	98,56±0,54	103,48±0,66	100,18±0,26
$MSTN^{CT}COX4I2^{CT}PPARGC1A^{CC}$	96,48±0,83	99,81±0,09	98,17±0,52	103,58±0,22	99,67±0,31
$MSTN^{CT}COX4I2^{TT}PPARGC1A^{CC}$	95,89±2,16	99,83±0,30	98,44±1,07	102,89±0,58	99,49±0,56
$MSTN^{CC}COX4I2^{CT}PPARGC1A^{CC}$	99,94±3,71	100,13±0,03***	98,73±0,50	104,17±0,27	99,90±0,75
$MSTN^{CC}COX4I2^{TT}PPARGC1A^{CC}$	98,56±0,51	100,20±0,04***	97,27±1,57	104,28±0,76	100,15±0,20

Анализируя данные таблицы 5 можно сказать, что среди верховых пород наибольшие показатели индексов за тип и экстерьер у животных, имеющих сочетание генов с генотипами  $MSTN^{CC}COX4I2^{CT}PPARGC1A^{CC}$ , чем у животных с сочетаниями  $MSTN^{CT}COX4I2^{TT}PPARGC1A^{CC}$  и  $MSTN^{TT}COX4I2^{CC}PPARGC1A^{CC}$ , на 4,2 и 2,2 % соответственно, без достоверных различий между показателями.

Наибольший индекс по промерам установлен у лошадей, имеющих сочетание генов с генотипами  $MSTN^{CT}COX4I2^{CC}PPARGC1A^{CC}$ ,  $MSTN^{TT}COX4I2^{CC}PPARGC1A^{CC}$ ,  $MSTN^{CC}COX4I2^{TT}PPARGC1A^{CC}$  и  $MSTN^{CC}COX4I2^{CT}PPARGC1A^{CC}$ , чем у животных с сочетанием  $MSTN^{CT}COX4I2^{CT}PPARGC1A^{CC}$ , на 0,5 ( $P > 0,999$ ), 0,4 ( $P > 0,999$ ) и 0,3 % ( $P > 0,95$ ) соответственно.

Индекс работоспособности и комплексный индекс больше у лошадей с сочетанием генов с генотипами  $MSTN^{TT}COX4I2^{TT}PPARGC1A^{CC}$ , чем у лошадей, имеющих сочетания  $MSTN^{CT}COX4I2^{TT}PPARGC1A^{CC}$  и  $MSTN^{TT}COX4I2^{CC}PPARGC1A^{CC}$ , на 1,6 и 1,1 % ( $P > 0,99$ ) соответственно.

**Заключение.** В коневодстве главным селекционируемым признаком является работоспособность лошадей, которая имеет свою специфику в группах пород разной специализации. ДНК-технологии позволяют проводить идентификацию генотипов по ряду маркеров, что дает возможность на этой основе более успешно вести селекцию животных по хозяйственно полезным признакам.

**Литература.** 1. Генетические маркеры работоспособности лошадей / Храброва Л. А. [и др.] // Коневодство и конный спорт. – 2022. – № 3. – С. 8-10. 2. Козлов, С. А. Коневодство : учебник для студентов высш. учебных заведений, обучающихся по направлению «Зоотехния» / С. А. Козлов, В. А. Парфенов. – М. : КолосС, 2012. – 352 с. 3. Луценко, В. М. Влияние экстерьера на работоспособность лошадей в спортивных и альтернативных сферах использования / В. М. Луценко, Н. П. Петрушко // Научный журнал «Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства», БГСХА. – №19 (1). – 2016. – С. 281-289. 4. Работоспособность лошадей в выезде в зависимости от различных параметров / И. Б. Науменко [и др.] // Коневодство и конный спорт. – 2021. № 6. С. 37-38. 5. Система оценки племенной (генетической) ценности лошадей разводимых в республике пород : производственно-практическое издание / М. А. Горбуков [и др.]. – Жодино : РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», 2018. – 19 с. 6. Яковлева, С. Е. Особенности селекционно-племенной работы с ганноверской породой лошадей в конном заводе «Георгенбург» Калининградской области / С. Е. Яковлева, Н. В. Большов // Научный журнал «Вестник Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Брянская государственная сельскохозяйственная академия». – № 1. – 2014 г. – С. 22-24. 7. Analysis of polymorphisms in the equine  $MSTN$  gene in Polish populations of horse breeds / Monika Stefaniuka et al. // Livestock Science. – Volume 187, May, 2016, P. 151-157. 8. Associa-

tion of sequence variants in CKM (creatine kinase, muscle) and COX4I2 (cytochrome c oxidase, subunit 4, isoform 2) genes with racing performance in Thoroughbred horses J. GU et al. Equine Veterinary Journal (2010) 42 (Suppl. 38) 569-575. 9. Comparison of sequence variants in the PDK4 and COX4I2 genes between racing and cutting lines of quarter horses and associations with the speed index / Guilherme L. Pereira et al. // Journal of equine veterinary science 39 (2016). – P. 1-6. 10. Polasik, D. Detection and analysis of polymorphism in the promoter region of equine PPARCG1A gene / D. Polasik, B. Rogers, A. Bobrowska-Chwat1, R. Pikula // The Journal of Animal & Plant Sciences, 27(2): 2017. – P. 691-695.

УДК 636.2.082

## **ВЛИЯНИЕ ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА КОРОВ СТАДА** **Данильчук Т.Н., Петренко М.А.**

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,  
Республика Беларусь

*В работе представлены данные о влиянии происхождения коров на признаки молочной продуктивности. Установлено, что принадлежность к определенной линии оказывает влияние на молочную продуктивность коров, а именно на удои за лактацию, массовую долю жира и белка, количество жира и белка. **Ключевые слова:** коровы, молочная продуктивность, линия, кросс, молоко, удои, массовая доля жира и белка, лактация.*

## **IMPACT OF ORIGIN ON THE PRODUCTIVE QUALITY OF COWSSTUD**

**Danilchuk T.N., Petrenko M. A.**

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*The paper presents data on the influence of cow origin on the signs of dairy productivity. It was found that belonging to a certain line had an impact on the dairy productivity of cows, namely on milk for lactation, the mass fraction of fat and protein, the amount of fat and protein. **Keywords:** cows, milk productivity, line, cross, milk, mass fraction of fat and protein, lactation.*

**Введение.** Животноводство представлено большим количеством специализированных отраслей. Скотоводство – первая по значению отрасль животноводства республики. На долю скотоводства приходится более половины стоимости валовой продукции животноводства [3].

Обеспечение населения страны высококачественными молочными и мясными продуктами в достаточном количестве – главная задача, стоящая перед работниками агропромышленного комплекса. Причем, молоко и молочные продукты были и остаются наиболее доступными для большей части населения. В связи с этим необходимо отдавать предпочтение развитию молочного скотоводства [1].

Современные задачи интенсификации животноводства требуют применения современных методов племенной работы, позволяющих полнее реализовать генетические возможности наследственности и комбинативный эффект генотипов мировых ресурсов сельскохозяйственных животных. В основу системы генетического совершенствования пород сельскохозяйственных животных, наряду с селекцией по фенотипу, должны быть положены углубленная оценка генотипа, целенаправленный поиск удачных сочетаний пар и пород при скрещивании [2].

На протяжении последних лет Беларусь постоянно входит в пятерку ведущих стран-экспортеров молочных продуктов в мире. Производство продукции животноводства – это процесс реализации генетического потенциала, создание которого ведется в молочном скотоводстве за счет отбора лучшего маточного поголовья, создания селекционных стад [3].

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились в ОАО «АгроТурна» Каменецкого района Брестской области. Материалом для исследований служили данные