



Оценка экстерьера и интерьера кур царскосельской породы в связи с полиморфизмом A503G гена *LCORL*

Марина Владимировна Позовникова, Татьяна Александровна Ларкина, Анатолий Борисович Вахрамеев, Зоя Леонидовна Федорова, Наталья Романовна Рейнбах, Анна Евгеньевна Рябова

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных (ВНИИГРЖ) – филиал ФГБНУ Федеральный исследовательский центр животноводства - ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста

Аннотация: Проведен всесторонний анализ связи однонуклеотидного полиморфизма (SNP) A503G гена *LCORL* с признаками экстерьера и интерьера у кур царскосельской породы комбинированного направления продуктивности. Куры с генотипом GG отличались крупным телосложением, высокой живой массой ($p < 0,05$). Выявлены достоверные ассоциации показателей живой массы, длины голени и глубины груди с генотипом GG ($p < 0,05$). Результаты убоя кур показали, что аллель G ассоциирован с увеличением массы кости грудины и длины костей нижних конечностей ($p < 0,05$), что является благоприятным фактором при разведении птицы на мясо. Сделано заключение, что SNP A503G гена *LCORL* можно рекомендовать к использованию в маркерной селекции кур царскосельской породы с целью получения высокопродуктивных линий кур.

Ключевые слова: куры, однонуклеотидный полиморфизм (SNP), ген *LCORL*, генотип, экстерьер, интерьер.

Для цитирования: Позовникова, М.В. Оценка экстерьера и интерьера кур царскосельской породы в связи с полиморфизмом A503G гена *LCORL* / М.В. Позовникова, Т.А. Ларкина, А.Б. Вахрамеев, З.Л. Федорова, Н.Р. Рейнбах, А.Е. Рябова // Птицеводство. – 2023. – №3. – С. 4-8.

doi: 10.33845/0033-3239-2023-72-3-4-8

Введение. Птицеводство является значимой отраслью производства мяса, поскольку характеризуется коротким циклом воспроизводства птицы и высокой рентабельностью ее выращивания. Мясо птицы отличается высоким содержанием полноценного животного белка и низкой калорийностью. Куры комбинированного (мясо-яичного) типа являются актуальным объектом для изучения генетических основ мясной и яичной продуктивности, особенно в случае плеiotропного действия генов. В базе данных AnimalQTLdb (<http://www.animal-genome.org/cgi-bin/QTLdb/index>) доступна сводная информация по количеству локусов количественных признаков (QTL) для некоторых признаков кур. Так, для признака «масса тела» зафиксиро-

вано 2162 QTL [1]. В геноме кур значимо ассоциированным с признаками роста является регион на GGA4, включающий ген *LCORL* (ligand dependent nuclear receptor corepressor-like). По данным других авторов, у кур породы белый леггорн однонуклеотидные полиморфизмы (SNPs) в гене *LCORL* показывают значимые ассоциации со среднесуточными приростами живой массы с 8 по 14 неделю, а у кур кросса Luxi показано, что локус *LCORL*-NCAPG был связан с массой ног [2,3].

Ранее мы выявили, что популяции кур различного типа продуктивности значительно различаются по частоте аллелей ряда SNP в локусе NCAPG-*LCORL* [4].

Целью работы являлся анализ связи полиморфных вариантов гена *LCORL* по SNP A503G у кур

породы царскосельская с показателями экстерьера и интерьера.

Материал и методика исследований. Материалом для исследований послужила ДНК, выделенная из крови кур царскосельской породы ($n=90$) 2021 года вывода. Птица содержалась на базе биоресурсной коллекции ВНИИГРЖ «Генетическая коллекция редких исчезающих пород кур» (г. Пушкин, Санкт-Петербург). Амплификацию проводили на приборе Thermal Cycler T100 (Bio-Rad, США). Для анализа полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ) использовали эндонуклеазу рестрикции BstMAI (СибЭнзим, Россия). Наличие сайта рестрикции определяли фрагменты 450 и 337 п.н. (аллель G), отсутствие сайта рестрикции визуализировал фрагмент раз-

мером 787 п.н. и соответствовал аллелю А.

Проводился индивидуальный замер параметров экстерьерного профиля птиц по достижению возраста 270 дней. Убой птицы проводили в возрасте 12 месяцев (360-380 дней). Птица проходила предубойную голодную выдержку в течении 6-8 ч. Перед убоем производили индивидуальное взвешивание. После убоя проводили анатомическую разделку тушек.

Статистическую обработку данных проводили в программе STATISTICA 10.0 (Statsoft, Inc./TIBCO, Palo Alto, CA, USA) с применением дисперсионного анализа ANOVA by ranks и критерия Крускала-Уоллиса.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ распределения частот генотипов и аллелей гена *LCORL* по SNP A503G показал, что у кур царскосельской породы наблюдалось равномерное распределение аллелей А и G, при некотором преобладании особей с генотипом AA (табл. 1).

Данные, представленные в табл. 2, показывают увеличение средних значений большинства анализируемых признаков от генотипа AA к генотипу GG в экспериментальной группе кур царскосельской породы. Куры с генотипом AA уступали курам с генотипом AG и GG по живой массе на 170 г и 210 г соответственно ($p < 0,05$); по длине кия – на 0,5 см ($p < 0,01$) и 0,6 см ($p < 0,05$); по длине голени – на 0,36 и 0,5 см ($p < 0,05$), по глубине груди – на 0,1 и 0,5 см ($p < 0,05$). Однако, по показателям обхват голени и длина корпуса куры с генотипом AA имели максимальные значения, хотя достоверных различий получено не было.

Таким образом, генотип GG гена *LCORL* по SNP A503G был

Таблица 1. Распределение частот генотипов и аллелей гена *LCORL* по SNP A503G у кур царскосельской породы

Генотип	N Всего 90	Частота генотипов	Частота аллелей	χ^2
AA	35	0,389	A 0,572	2,917
AG	33	0,367	G 0,428	
GG	22	0,244		

Таблица 2. Экстерьерная оценка и показатели живой массы кур царскосельской породы различных генотипов по SNP-маркеру A503G гена *LCORL* в возрасте 270 дней

Признак	Генотип								
	AA (n=35)			AG (n=33)			GG (n=22)		
	Mean	SE	SD	Mean	SE	SD	Mean	SE	SD
Живая масса, кг	2,38 ^c	0,03	0,19	2,55 ^d	0,05	0,29	2,59 ^d	0,04	0,19
Обхват груди, см	33,14	0,17	1,01	33,47	0,25	1,46	33,65	0,24	1,14
Обхват плюсны, см	4,06	0,03	0,18	4,10	0,03	0,16	4,14	0,03	0,14
Обхват голени, см	12,14	0,30	1,79	11,74	0,19	1,09	12,03	0,17	0,82
Длина корпуса, см	19,45	0,51	3,01	19,26	0,13	0,74	19,25	0,15	0,70
Длина корпус+шея, см	35,76	0,19	1,14	36,35	0,25	1,41	35,85	0,31	1,44
Длина кия, см	11,83 ^{ac}	0,14	0,81	12,33 ^d	0,14	0,80	12,43 ^b	0,16	0,74
Длина бедра, см	10,50	0,18	1,06	10,47	0,13	0,74	10,68	0,16	0,73
Длина голени, см	14,58 ^c	0,11	0,68	14,94 ^d	0,11	0,61	15,08 ^d	0,10	0,46
Длина плюсны, см	10,54	0,17	1,02	10,66	0,08	0,46	10,89	0,09	0,41
Диаметр плюсны, мм	14,87	0,21	1,25	15,30	0,13	0,75	15,56	0,13	0,60
Глубина груди, см	12,59 ^c	0,08	0,47	12,68 ^c	0,08	0,44	13,10 ^d	0,17	0,79
Ширина таза, см	9,08	0,09	0,54	9,39	0,11	0,65	9,42	0,15	0,70
Угол груди, град.	78,09	0,83	4,88	79,48	0,69	3,97	78,64	0,71	3,33

Примечания: ^{ab} $p < 0,01$; ^{cd} $p < 0,05$. Mean – среднее значение; SE – стандартная ошибка средней; SD – стандартное отклонение.

значимо ассоциирован с тремя признаками: живая масса, длина голени и глубина груди.

График анализа главных компонент (PCA, Principal Component Analysis) для опытной группы кур показывает (рис. 1), что максимальные значения по компоненте 1 получены для признака длина плюсны (0,81), а минимальные – для длины кия (0,13) и угла груди (0,01). Признак «угол груди» не имел значимой корреляционной

связи со всеми анализируемыми признаками экстерьера. Разнонаправленная корреляционная связь была установлена для пар признаков: «длина корпуса – длина кия» ($r = -0,212$; $p < 0,05$), «длина корпуса – длина голени» ($r = -0,410$; $p < 0,05$) и «длина корпуса + шея – длина бедра» ($r = -0,210$; $p < 0,05$).

На заключительном этапе исследования мы провели убой части экспериментальной группы кур ($n = 44$) и сравнили некоторые



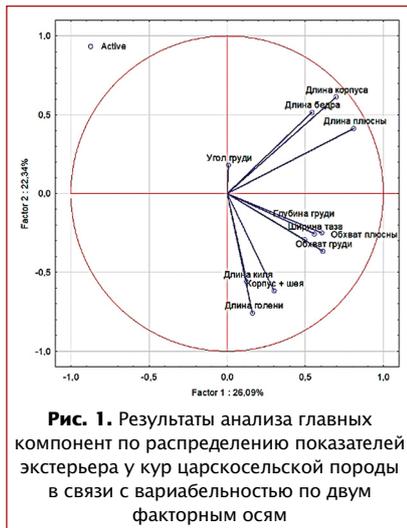


Рис. 1. Результаты анализа главных компонент по распределению показателей экстерьера у кур царскосельской породы в связи с вариабельностью по двум факторным осям

Установлено увеличение средних значений всех анализируемых интерьерных показателей от генотипа AA к генотипу GG, кроме массы внутреннего жира. Аллель G оказывал значимое влияние на массу и длину костей нижних конечностей и грудной кости. Так, тушки кур с генотипом GG в сравнении с тушками с генотипом AA, имели бóльшую массу и длину плюсневой кости ($p<0,01$), массу и длину бедренной кости ($p<0,01$ и $p<0,05$), массу и длину кости грудины ($p<0,05$ и $p<0,01$ соответственно), и имели некоторую тенденцию к повышению средних значений массы плюсны ($p=0,068$) и длины кости голени ($p=0,076$). Особи с генотипом AG отличались

высокими значениями в сравнении с генотипом AA массы бедренной кости ($p<0,01$) и длины плюсневой кости ($p<0,05$).

Заключение. Исследование отличается новизной в области применения SNP-технологии в оценке кур генофондных пород. Выявлены новые ассоциации SNP A503G гена *LCORL* с рядом экстерьерных и интерьерных признаков у кур царскосельской породы. Результаты наших исследований позволяют сделать заключение о том, что куры с генотипом GG отличались крупным телосложением, достоверно более высокими значениями показателей живой массы, длины голени и глубины груди ($p<0,05$). Анализ тушек по-

убойные качества, а также массу отдельных костей и мышц, у особей с различными генотипами по гену *LCORL* (табл. 3).

Таблица 3. Убойные качества кур царскосельской породы различных генотипов по SNP-маркеру A503G гена *LCORL*

Показатель	Генотип								
	AA (n=12)			AG (n=17)			GG (n=15)		
	Mean	SE	SD	Mean	SE	SD	Mean	SE	SD
Живая масса перед убоем, кг	2,63	0,11	0,37	2,72	0,05	0,02	2,85	0,10	0,38
Масса тушки без крови, кг	2,54	0,10	0,35	2,63	0,05	0,22	2,76	0,10	0,38
Масса тушки без пера, кг	2,43	0,10	0,34	2,50	0,05	0,22	2,63	0,10	0,38
Масса тушки товар., кг	1,59	0,06	0,22	1,68	0,04	0,17	1,76	0,06	0,24
Масса нога+ бедро+голень, г	263,71	11,18	38,75	271,15	5,72	23,58	273,67	15,69	60,76
Масса м-цы бедра, г	102,38	4,65	16,11	102,50	2,54	10,49	110,07	4,32	16,73
Масса м-цы голени, г	75,71	2,13	7,37	79,79	1,96	8,10	81,40	3,06	11,84
Масса м-цы груди, г	354,25	16,57	57,41	363,35	12,28	50,63	380,49	19,01	73,61
Масса бедренной кости, г	14,00 ^a	0,46	1,60	16,00 ^b	0,40	1,66	15,97 ^b	0,49	1,91
Масса кости голени, г	17,29	0,89	3,08	18,76	0,73	2,99	19,07	0,43	1,67
Масса плюсны, г	23,29 ^c	1,18	4,08	25,65	0,72	2,95	26,15 ^t	0,70	2,71
Масса плюсневой кости, г	8,00 ^a	0,41	1,41	8,41	0,30	1,23	9,47 ^b	0,34	1,30
Масса грудины (кость), г	30,33 ^c	2,61	9,04	36,47	1,87	7,71	40,33 ^d	3,02	11,71
Длина бедренной кости, см	8,63 ^c	0,12	0,40	8,86	0,08	0,32	8,99 ^d	0,10	0,40
Длина кости голени, см	12,68 ^{t2}	0,11	0,38	12,88	0,13	0,52	13,09 ^{t2}	0,13	0,51
Длина плюсневой кости, см	8,54 ^c	0,09	0,30	8,89 ^d	0,09	0,36	8,98 ^d	0,09	0,36
Длина кости грудины, см	11,13 ^c	0,17	0,60	11,51	0,09	0,39	11,61 ^d	0,13	0,49
Масса внутр. жира, г	168,85	30,38	105,24	148,57	15,26	62,92	171,73	23,13	89,60

Примечания: ^a $p<0,01$; ^c $p<0,05$. ^t $t=0,068$; ^{t2} $t2=0,076$. Mean – среднее значение; SE – стандартная ошибка средней; SD – стандартное отклонение.

казал, что аллель G обуславливает увеличение массы кости грудины и длины костей нижних конечностей ($p < 0,05$), что является благоприятным фактором при разведении птицы на мясо. Таким обра-

зом, SNP A503G гена *LCORL* можно рекомендовать к использованию в маркерной селекции (MAS) кур царскосельской породы с целью получения высокопродуктивных линий кур.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, тема ГЗ 0445-2021-0010.



Литература / References

1. Li, J.J. Genotype frequency distributions of 28 SNP markers in two commercial lines and five Chinese native chicken populations / J.J. Li, L. Zhang, P. Ren, Y. Wang, L.Q. Yin, J.S. Ran, X.X. Zhang, Y.P. Liu // BMC Genet. - 2020. - V. 21. - No 1. - P. 12. doi: 10.1186/s12863-020-0815-z
2. Lyu, S. Reducing the interval of a growth QTL on chromosome 4 in laying hens / S. Lyu, D. Arends, M.K. Nassar, A. Weigend, S. Weigend, R. Preisinger, G.A. Brockmann // Anim. Genet. - 2018. - V. 49. - No 5. - P. 467-471. doi: 10.1111/age.12685
3. Liu, J. Identification of candidate genes associated with slaughter traits in F2 chicken population using genome-wide association study / J. Liu, J. Zhou, J. Li, H. Bao // Anim. Genet. - 2021. - V. 52. - No 4. - P. 532-535. doi: 10.1111/age.13079
4. Larkina, T.A. Evolutionary subdivision of domestic chickens: implications for local breeds as assessed by phenotype and genotype in comparison to commercial and fancy breeds / T.A. Larkina, O.Y. Barkova, G.K. Peglivanyan, O.V. Mitrofanova, N.V. Dementieva, O.I. Stanishevskaya, A.B. Vakhrameev, A.V. Makarova, Y.S. Shcherbakov, M.V. Pozovnikova, E.A. Brazhnik, D.K. Griffin, M.N. Romanov // Agriculture. - 2021. - V. 11. - P. 914. doi: 10.3390/agriculture11100914.

Сведения об авторах:

Позовникова М.В.: кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; pozovnikova@gmail.com.
Ларкина Т.А.: кандидат биологических наук, младший научный сотрудник; tanya.larkina2015@yandex.ru.
Вахрамеев А.Б.: старший научный сотрудник; ab_poultry@mail.ru. **Федорова З.Л.:** кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; zoya-fspb@mail.ru. **Рейнбах Н.Р.:** аспирант, младший научный сотрудник; miss.reynbakh@yandex.ru. **Рябова А.Е.:** аспирант, младший научный сотрудник; aniuta.riabova2016@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 25.01.2023; одобрена после рецензирования 17.02.2023; принята к публикации 21.02.2023.

Research article

Analysis of the Exterior and Interior of Chickens of the Tsarskoye Selo Breed in Connection with the A503G Polymorphism of the *LCORL* Gene

Marina V. Pozovnikova, Tatiana A. Larkina, Anatoly B. Vakhrameev, Zoya L. Fedorova, Natalia R. Reinbakh, Anna E. Ryabova

Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry

Abstract. A comprehensive analysis of the relationship between single nucleotide polymorphism (SNP) A503G in the *LCORL* gene and certain exterior and interior traits in Russian universal Tsarskoye Selo chicken breed was carried out. Chickens with GG genotype featured significantly larger body and high live bodyweight ($p < 0.05$). Significant ($p < 0.05$) associations of indicators of live bodyweight, leg length and chest depth with the GG genotype were found. The post-mortem anatomic dissection evidenced that G allele is significantly associated with higher weight of the sternum and length of leg bones ($p < 0.05$) which is a favorable factor for poultry to be bred



for meat. The conclusion was made that SNP A503G in the LCORL gene can be recommended for use in marker-assisted selection (MAS) of Tsarskoselskaya chicken breed aimed at the development of new highly productive chicken lines.

Keywords: chicken, single nucleotide polymorphism (SNP), LCORL gene, genotype, exterior traits, interior traits.

For Citation: Pozovnikova M.V., Larkina T.A., Vakhrameev A.B., Fedorova Z.L., Reinbakh N.R., Ryabova A.E. (2023) Analysis of the Exterior and Interior of Chickens of the Tsarskoye Selo Breed in Connection with the A503G Polymorphism of the LCORL Gene. *Ptitsevodstvo*, 72(3): 4-8. (in Russ.)
doi: 10.33845/0033-3239-2023-72-3-4-8

(For references see above)

Authors:

Pozovnikova M.V.: Cand. of Biol. Sci., Senior Research Officer; pozovnikova@gmail.com. **Larkina T.A.:** Cand. of Biol. Sci., Junior Research Officer; tanya.larkina2015@yandex.ru. **Vakhrameev A.B.:** Senior Research Officer; ab_poultry@mail.ru. **Fedorova Z.L.:** Cand. of Agric. Sci., Senior Research Officer; zoya-fspb@mail.ru. **Reinbakh N.R.:** Aspirant, Junior Research Officer; miss.reynbax@yandex.ru. **Ryabova A.E.:** Aspirant, Junior Research Officer; aniuta.riabova2016@yandex.ru.

Submitted 25.01.2023; revised 17.02.2023; accepted 21.02.2023.

© Позовникова М.В., Ларкина Т.А., Вахрамеев А.Б., Федорова З.Л., Рейнбах Н.Р.,
Рябова А.Е., 2023