

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА *PRLR/AluI* С ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫМИ, ОТКОРМОЧНЫМИ И МЯСНЫМИ КАЧЕСТВАМИ СВИНЕЙ

Н.В. МИХАЙЛОВ¹, А.В. УСАТОВ², Л.В. ГЕТМАНЦЕВА¹, С.Ю. БАКОЕВ¹

¹ Донской государственный аграрный университет, пос. Персиановский, Ростовская обл., РФ

² Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, РФ

E-mail: ilonaluba@mail.ru

*Целью работы было определить взаимосвязь между генотипами гена рецептора пролактина (*PRLR*) и воспроизводительными, откормочными и мясными качествами свиней. Исследования осуществляли на свиньях породы крупная белая (КБ) и ландрас датский (ЛД), а также трехпородных гибридах ландрас × йоркшир × дюрок (Л × Й × Д). Определяли воспроизводительные качества (количество поросят при рождении и многоплодие), откормочные качества (скороспелость и средний суточный прирост) и мясные качества (средняя толщина шпика, масса задней трети полутуши, площадь «мышечного глазка» и выход мышечной ткани). Молекулярно-генетический анализ проводили методом полимеразной цепной реакции, полиморфизм длин рестриционных фрагментов. Установлено, что генотип ВВ связан с лучшими показателями по воспроизводительным качествам. У свиней ЛД генотип АВ связан с высокой скороспелостью, у гибридов Л × Й × Д генотип АА связан с лучшими мясными качествами по сравнению с аналогичными показателями у животных с генотипом АА.*

Ключевые слова: свиньи, ген, *PRLR*, продуктивность.

Введение. Совершенствование продуктивных качеств сельскохозяйственных животных является одной из приоритетных задач в решении проблемы продовольственной безопасности. В связи с этим в настоящее время все больший интерес представляют гены-кандидаты, которые могут выступать в качестве маркеров продуктивности животных [1]. Генами-кандидатами считаются гены, имеющие влияние на биохимические и физиологические процессы в организме и обладающие полиморфизмом [2].

У свиней известен целый ряд генов-кандидатов, представляющих интерес при селекции на воспроизводительные, откормочные и мясные качества. Некоторые из них уже имеют

достаточную популярность и практическое применение, другие же находятся в стадии изучения и апробации. Наиболее известные гены-кандидаты, выступающие в качестве маркеров воспроизводительной продуктивности — это гены рецептора эстрогена (*ESR*) и рецептора пролактина (*PRLR*), по откормочным и мясным качествам — гены рецептора меланокортина 4 (*MC4R*) и гипофизарного фактора транскрипции (*POU1F1*) [3, 4].

Ген рецептора пролактина (*PRLR*) на сегодняшний день рассматривается в качестве перспективного маркера продуктивности свиней. Рецептор пролактина является специфическим рецептором гормона передней доли гипофиза — пролактина, который в организме млекопитающих участвует в регуляции роста, метаболизма и размножения [5]. По структуре и биологическим свойствам пролактин имеет общие черты с гипофизарным гормоном роста (соматотропином). Пролактин и гормон роста относятся к семейству пролактиноподобных белков. Гормоны этого семейства влияют на ростовую, анаболическую, гипергликемическую, липолитическую и лактогенную активность. Наибольшей ростовой и анаболической активностью у млекопитающих обладает гормон роста. Влияние пролактина в большей степени связывают с репродуктивными качествами, развитием молочных желез и лактацией.

Рецептор пролактина относится к мембранным рецепторам, ассоциированным с цитоплазматическими протеинкиназами (так называемыми «Янус-киназами», или киназами семейства JAK), и является проводником гормонального сигнала как для пролактина, так и для гормона роста [6].

Ген *PRLR* у свиней картирован на хромосоме 16, и его *AluI*-полиморфизм обуславливает наличие трех генотипов — АА, ВВ и АВ. Vin-

© Н.В. МИХАЙЛОВ, А.В. УСАТОВ, Л.В. ГЕТМАНЦЕВА, С.Ю. БАКОЕВ, 2014

cent et al. [7] и Drogemuller et al. [8] установили связь между генотипами гена *PRLR* и воспроизводительными качествами свиней (количеством поросят при рождении и многоплодием). Дальнейшие исследования по этому вопросу показали, что «желательный» генотип (т.е. определяющий высокий уровень продуктивности) по гену *PRLR* для свиней разных пород и линий не является универсальным. Для использования этого гена в качестве маркера продуктивности в селекционной работе необходимо проведение предварительных исследований с учетом породной и линейной принадлежности свиней [9].

Цель настоящей работы – определить генетическую структуру по гену *PRLR* у свиней различных пород и выявить взаимосвязь поли-

морфизма гена *PRLR* с воспроизводительными, откормочными и мясными качествами.

Материалы и методы. Исследования выполняли на свиноматках породы крупная белая (КБ), ландрас датский (ЛД) и трехпородных гибридах ландрас × йоркшир × дюрок (Л × Й × Д). Для проведения ДНК-генотипирования у свиней отбирали образцы ткани площадью 1 см² (ушные выщипы). Генетический анализ осуществляли методом ПЦР-ПДРФ (полимеразная цепная реакция, полиморфизм длин рестрикционных фрагментов). ПЦР проводили согласно методике, предложенной Vincent et al. [7]. После амплификации в полученный продукт вносили рестриктазу *AluI*. Рестрикционные фрагменты разделяли в 3%-ном агарозном геле. Визуализацию проводили на трансиллюминато-

Таблица 1. Частота аллелей и генотипов по гену *PRLR*

Порода свиней	n	Частота				
		аллелей		генотипов, %		
		A	B	AA	AB	BB
КБ	50	0,33	0,66	21,2	24,2	54,5
ЛД	120	0,58	0,41	48,3	20,0	31,7
Л × Й × Д	40	0,52	0,47	31,6	42,1	26,3

Таблица 2. Продуктивные качества свиней КБ и ЛД разных генотипов по гену *PRLR*

Показатель	Генотипы		
	AA	AB	BB
<i>Свиноматки КБ</i>			
Количество поросят при рождении, гол.	10,5 ± 0,74	10,7 ± 1,52	12,3 ± 0,45*
Многоплодие, гол.	9,8 ± 0,84	9,5 ± 0,69	11,7 ± 0,41*
Скороспелость, дн.	166,3 ± 3,7	169,2 ± 2,5	164,8 ± 2,0
Среднесуточный прирост, г	763 ± 34,5	764,5 ± 33,5	780,5 ± 20,2
Толщина шпика, мм	21,4 ± 1,0	23,2 ± 1,3	21,8 ± 0,8
<i>Свиноматки ЛД</i>			
Количество поросят при рождении, гол.	13,1 ± 0,42	13,8 ± 0,61	14,1 ± 0,45
Многоплодие, гол.	12,1 ± 0,23	12,4 ± 0,51	12,8 ± 0,24 *
Скороспелость, дн.	163,3 ± 1,1	161,0 ± 1,3 *	164,9 ± 1,5
Среднесуточный прирост, г	814,7 ± 19,0	828,9 ± 27,4	813,5 ± 19,7
Толщина шпика, мм	11,1 ± 0,6	11,0 ± 0,6	11,7 ± 0,7

* p ≤ 0,01.

Таблица 3. Мясная продуктивность гибридов Л × Й × Д разных генотипов по гену *PRLR*

Генотипы по гену <i>PRLR</i>	Средняя толщина шпика, мм			Масса задней трети полутуши, кг	Площадь мышечного глазка, см ²	Выход мышечной ткани, % (ГОСТ 1213–74)
	на холке	на крестце	по шести точкам			
<i>AA</i>	24,6 ± 0,59 *	16,3 ± 0,85	20,5 ± 0,47 *	11,9 ± 0,13 *	54,7 ± 1,62 *	59,7 ± 1,90
<i>AB</i>	26,9 ± 0,74	16,2 ± 0,92	21,6 ± 0,68	11,3 ± 0,12	48,6 ± 1,80	59,6 ± 2,00
<i>BB</i>	27,3 ± 0,81	17,2 ± 0,41	22,2 ± 0,68	11,4 ± 0,12	49,5 ± 1,90	58,2 ± 2,47

* $p \leq 0,01$.

ре в УФ свете. По результатам молекулярно-генетического исследования определяли наличие и частоту аллелей и генотипов по гену *PRLR*.

Откормочные качества свиней оценивали по результатам контрольного выращивания до массы 100 кг. Учитывали скороспелость (дни), средний суточный прирост (г) и толщину шпика (мм).

Воспроизводительные качества свиноматок оценивали по количеству поросят (голов) при рождении и по многоплодию. Все свиноматки содержались в одинаковых условиях и имели как минимум три опороса. Для анализа взяты данные по первым трем опоросам.

Мясные качества учитывали по результатам контрольного убоя. Определяли среднюю толщину шпика в шести точках: на холке, над 6–7-м грудными позвонками, над 1-м поясничным и над 1, 2 и 3-м крестцовыми позвонками (мм); массу задней трети полутуши (кг); площадь «мышечного глазка» (см²) (измеряли по фактической величине, перенося контуры на кальку); выход мышечной ткани (%) (ГОСТ 1213–74). Статистическую обработку данных проводили по стандартным методикам.

Результаты исследований и их обсуждение.

В результате генотипирования установили наличие всех трех генотипов по гену *PRLR* во всех исследуемых группах (КБ, ЛД, Л × Й × Д) (табл. 1). Наибольшая частота аллеля В и гомозиготного генотипа ВВ выявлена у свиней КБ. Для свиней ЛД и Л × Й × Д отмечалось небольшое преимущество аллеля А над В, у свиней ЛД преобладал гомозиготный генотип АА, а у Л × Й × Д – гетерозиготный АВ.

Проведенный анализ воспроизводительных качеств (табл. 2) показал, что наличие гомозиготного генотипа ВВ у свиноматок КБ и

ЛД связано с лучшими показателями по воспроизводительным качествам. Свиноматки КБ генотипа ВВ превосходили аналоги генотипа АА по количеству поросят при рождении и многоплодию на 1,8 и 1,9 гол. ($p \leq 0,01$) соответственно. Свиноматки ЛД генотипа ВВ достоверно превосходили свиноматок ЛД генотипа АА по многоплодию на 0,7 гол. ($p \leq 0,01$). Свиноматки КБ и ЛД генотипа АВ занимали промежуточные позиции по воспроизводительным качествам.

По результатам контрольного выращивания свиней КБ (табл. 2) взаимосвязь генотипов по гену *PRLR* с откормочными качествами не выявлена. Следует отметить, что свиньи КБ генотипа ВВ имели лучшие показатели по оцениваемым признакам, но статистически достоверной разницы между другими генотипами не установлено.

Результаты контрольного выращивания свиней ЛД (табл. 2) показали, что наличие гетерозиготного генотипа АВ относительно гомозиготных АА и ВВ связано с лучшей скороспелостью на 3,1 дн. ($p \leq 0,01$), и имеется тенденция к лучшим показателям по среднему суточному приросту и толщине шпика.

Результаты сравнительного анализа мясной продуктивности гибридов Л × Й × Д (табл. 3) показали, что гибриды генотипа АА относительно генотипа ВВ имели меньшую толщину шпика на холке и по шести точкам на 2,7 и 1,7 мм соответственно, большую массу задней трети полутуши на 0,5 кг и площадь «мышечного глазка» на 5,4 см².

Полиморфизм гена *PRLR/AluI* может выступать в качестве маркера продуктивности свиней. В наших исследованиях с лучшими воспроизводительными качествами у свиней КБ

и ЛД связан генотип *BB*. Полученные результаты согласуются с данными Drogemuller et al. [8], Barreras-Serrano et al. [10], Kernerova et al. [11], в работах которых показана связь генотипа *BB (PRLR/AluI)* с лучшими показателями по количеству поросят при рождении и по многоплодию. В противоположность этому в работах Vincent et al. [7], Terman [12], Liu Qing-yu [13] с лучшими показателями по количеству поросят при рождении и многоплодию связывают генотип *AA*. Следует отметить, что изучению влияния гена *PRLR/AluI* на воспроизводительные качества свиней посвящено большое количество работ, в то время как влияние на откормочные и мясные качества рассматривается очень редко. В работах Alonso et al. [14] лучшие приросты имели свиньи с генотипом *AA*. Do et al. [15] установили связь между генотипом *AA* и высокими откормочными показателями. Проведенные нами исследования показали, что гибриды Л × Й × Д генотипа *AA* имеют лучшие мясные показатели, а свиньи ЛД генотипа *AB* — лучшие откормочные.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о взаимосвязи полиморфизма гена *PRLR/AluI* с воспроизводительными, откормочными и мясными качествами, но интеграция гена *PRLR* в селекционный процесс как маркера продуктивности должна непременно сопровождаться изучением взаимосвязи генотипов с продуктивными качествами свиней в конкретных популяциях, на фоне существующего «группового генотипа».

ASSOCIATIONS OF *PRLR/AluI* GENE POLYMORPHISM WITH REPRODUCTIVE, GROWTH AND MEAT TRAITS IN PIGS

*N.V. Mihailov, A.V. Usatov,
L.V. Getmantseva, S.U. Bakoev*

Don State Agrarian University, Rostov-on-Don, RF
Southern Federal University, Rostov-on-Don, RF
E-mail: ilonaluba@mail.ru

The aim of this study was to determine associations between genotypes for the prolactin receptor (*PRLR*) gene and swine reproductive, growth and meat traits. 210 sows of three genetic groups: Large White (LW), Danish Landrace (LD) and Landrace × Yorkshire × Duroc (L × Y × D) were included. The studied reproductive traits included the total number of born (TNB), number born alive (NBA). The growth traits were the number of days to 100-kg, average daily gains (ADG). The meat traits

were the average backfat thickness (BFT), half carcass weight (HCW), area of *M. longissimus dorsi* (MLT) and lean meat content (LM). The polymorphism was detected using polymerase chain reaction-restriction fragment-length polymorphism (PCR-RFLP) method. It was shown that *BB* genotype is associated with the best NBA on 1.9 and 0.7 piglets at sows LW and LD, respectively. *AB* genotype is associated with best number of days to 100-kg at sows LD on 3.1 days and *AA* genotype with less BFT on 1.7 mm, bigger HCW on 0.5 kg and MLT on 5, 4 cm I at L × Y × D.

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ПОЛІМОРФІЗМУ ГЕНА *PRLR/AluI* З ВІДТВОРЮВАЛЬНИМИ, ВІДГОДІВЕЛЬНИМИ ТА М'ЯСНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ СВИНЕЙ

*М.В. Михайлов, А.В. Усатов,
Л.В. Гетьманцева, С.Ю. Бакоев*

Метою роботи було визначити взаємозв'язок між генотипами гена рецептора пролактину (*PRLR*) і відтворювальними, відгодівельними та м'ясними якостями свиней. Дослідження здійснювали на свинях породи велика біла (КБ) і ландрас датський (ЛД), а також трипородних гібридах ландрас × йоркшир × дюрк (Л × Й × Д). Визначали відтворювальні якості (кількість поросят при народженні та багатоплідність), відгодівельні якості (скоростиглість і середньодобовий приріст) та м'ясні якості (середня товщина шпиків, маса задньої третини напівтуші, площа «м'язового вічка» і вихід м'язової тканини). Молекулярно-генетичний аналіз проводили методом полімеразної ланцюгової реакції, поліморфізм довжин рестрикційних фрагментів. Встановлено, що генотип *BB* пов'язаний з кращими показниками по відтворювальним якостям. У свиней ЛД генотип *AB* пов'язаний з високою скоростиглістю, у гібридів Л × Й × Д генотип *AA* — з кращими м'ясними якостями в порівнянні з аналогічними показниками у тварин з генотипом *AA*.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Meuwissen T.H.E.* Genomic selection : The future of animal breeding // *Norweg. Univ. Life Sci.* — 2007. — **5003**. — P. 88–91.
2. *Dekkers J.C.M., Hospital F.* The use of molecular genetics in the improvement of agricultural populations // *Nat. Rev. Genet.* — 2002. — № 3. — P. 22–32.
3. *Гетьманцева Л.В., Карпенко Е.А., Чекотин Д.В.* Использование ДНК-маркеров в селекции свиней // *Перспективное свиноводство: теория и практика.* — 2012. — № 1. — С. 4.
4. *Максимов Г.В., Гетьманцева Л.В.* Влияние гена *MC4R* на мясную продуктивность свиней // *Главный зоотехник.* — 2011. — № 10. — С. 9–12.

5. *Cooke N.E., Baxter J.D.* Structural analysis of the prolactin gene suggests a separate origin for its 5' end // *Nature*. – 1982. – **297**. – P. 603–606.
6. *Bernichtein S., Touraine Ph., Goffin V.* New concepts in prolactin biology // *J. Endocrinol.* – 2010. – **206**. – P. 1–11.
7. *Vincent A.L., Tuggle C.K., Rothschild M.F. et al.* The prolactin receptor gene is associated with increased litter size in pigs // *Proc. 6th World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod.* – Armidale, 1998. – P. 15–18.
8. *Drogemuller C., Hamann H., Distl O.* Candidate gene markers for litter size in different German pig lines // *J. Anim. Sci.* – 2001. – № 79. – P. 2565–2570.
9. *Omelka R., Martiniaková M., Peškovičová D., Bauerová M.* Associations between Alu I polymorphism in the prolactin receptor gene and reproductive traits of slovak large white, white meaty and landrace pigs // *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* – 2008. – **21**, № 4. – P. 484–488.
10. *Barreras-Serrano A., Herrera-Haro J.G., Hori-Oshima S. et al.* Associations of prolactin receptor (PRLR) genotypes and reproductive traits in pigs // *Proc. Western Section, Amer. Soc. Anim. Sci.* – 2009. – **60**. – P. 52–55.
11. *Kernerova N., Matousek V., Cermakova A., Forbelska M.* Role of genetic markers in the prediction of classification of Czech Large White gilts to a hyperprolific line // *Arch. Tierzucht.* – 2009. – **52**, № 1. – P. 40–50.
12. *Terman A.* Effect of the polymorphism of prolactin receptor (PRLR) and leptin (LEP) genes on litter size in Polish pigs // *J. Anim. Breed. Genet.* – 2005. – **122**. – P. 400–404.
13. *Liu Qing-yu, Yu Yong-sheng, Jin Xin et al.* Association analysis on polymorphisms of prolactin receptor (PRLR) gene exon 10 with reproductive traits in songliao black pig and landrace pig // *J. China Anim. Husband. Vet. Med.* – 2012. – **39**, № 10. – P. 191–195.
14. *Alonso V., Santana B., Pirage W. et al.* Effect of prolactin receptor gene on the quantitative characteristics of economic interest on pigs // *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* – 2003. – **40**. – P. 366–372.
15. *Do C.H., Cho B.W., Lee D.H.* Study on the prolactin receptor 3 (PRLR3) gene and the retinol-binding protein 4 (RBP4) gene as candidate genes for production traits in Berkshire pigs // *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* – 2012. – **25**, № 2. – P. 183–188.

Поступила 16.05.13