

И.П. ШЕЙКО¹, Н.В. ПРИСТУПА¹, Е.А. ЯНОВИЧ¹, Т.В. ПОРТНАЯ¹,
И.В. АНИХОВСКАЯ¹, Т.А. НОВИЦКАЯ²

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДНК-ТЕСТИРОВАНИЯ В СЕЛЕКЦИИ СВИНЕЙ ПОРОДЫ ДЮРОК

¹*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

²*ОАО «Василичи», а/г Василичи, Республика Беларусь*

Для получения конкурентоспособной продукции в животноводстве наряду с применением традиционных методов необходимо также использовать новейшие достижения в области генетики, включающие ДНК-маркирование количественных и качественных признаков продуктивности и ДНК-диагностику наследственных и инфекционных заболеваний. В связи с этим, цель работы, результаты которой представлены в статье, заключалась в определении генетической структуры свиней породы дюрок по генам-маркерам RYR1, PRLR, ECR F18/FUT1, IGF2, MUC4, H-FABP (аллельные системы H и D). Таким образом, установлено, что частота встречаемости предпочтительных генотипов по генам RYR1^{NN}, IGF2^{QQ} и MUC4^{CC} составила 100 %. Желательные генотипы PRLR^{AA}, H-FABP^{HH} и H-FABP^{dd} встречались у свиней с частотой 21,7-25,7 %, 57,1-87 и 20-60,9 % соответственно. Изучена ассоциация генов с показателями продуктивности животных.

Ключевые слова: ДНК-тестирование, дюрок, генотип, частота, аллель, полиморфизм, свиноматки, хряки-производители.

I.P. SHEIKO, N.V. PRISTUPA, E.A. YANOVICH, T.V. PORTNAYA,
I.V. ANIKHOVSKAYA, T.A. NOVITSKAYA²

USE OF DNA TESTING IN THE SELECTION OF DUROC PIGS

¹*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

²*OJSC "Vasilishki", Vasilishki agro-town, Republic of Belarus*

To obtain competitive products in livestock breeding, along with the use of traditional methods, it is also necessary to use the latest achievements in the field of genetics, including DNA marking of quantitative and qualitative traits of productivity and DNA diagnostics of hereditary and infectious diseases. In this regard, the aim of the work, the results of which are presented in this paper, was to determine the genetic structure of Duroc pigs using the marker genes RYR1, PRLR, ECR F18/FUT1, IGF2, MUC4, H-FABP (allele systems H and D). Thus, it was found that the frequency of occurrence of preferred genotypes for RYR1^{NN}, IGF2^{QQ} and MUC4^{CC} genes was

100%. The desired PRLR^{AA}, H-FABP^{HH} and H-FABP^{dd} genotypes were found in pigs with a frequency of 21.7-25.7 %, 57.1-87 and 20-60.9 %, respectively. The association of genes with animal productivity indicators was studied.

Key words: DNA testing, Duroc, genotype, frequency, allele, polymorphism, sows, stud boars.

Введение. Свиноводство в Республике Беларусь – важнейшая отрасль животноводства, полностью обеспечивающая население высококачественной свининой и продуктами её переработки. Особая роль в увеличении производства мясной свинины отводится породе дюрок, животные которой широко используются в качестве отцовской формы в системе скрещивания и гибридизации для получения помесного и гибридного молодняка с высоким выходом мяса в туше. Свины породы дюрок обладают исключительной ценностью при селекции на повышение неспецифической защиты организма, что особенно важно для получения жизнеспособного потомства на промышленных комплексах [1, 2, 3, 4].

В современных условиях развития животноводства страны задачи увеличения производства продукции становятся всё более сложными и масштабными. Для успешного решения этих задач, наряду с дальнейшим укреплением кормовой базы и широким использованием интенсификации технологий производства, на передний план выступает качественное улучшение имеющихся стад и пород, то есть систематическое улучшение их продуктивных и племенных качеств.

Для получения конкурентоспособной продукции в животноводстве наряду с применением традиционных методов необходимо также использовать новейшие достижения в области генетики, включающие ДНК-маркирование количественных и качественных признаков продуктивности, ДНК-диагностику наследственных и инфекционных заболеваний, работы по получению животных с запланированными показателями продуктивности.

Цель работы – определение генетической структуры свиней породы дюрок по генам-маркерам RYR1, PRLR, ECR F18/FUT1, IGF2, MUC4, H-FABP (аллельные системы H и D).

Материал и методика исследований. Объектом исследований являлись чистопородные свины породы дюрок, разводимые в филиале СГЦ «Заднепровский» ОАО «Оршанский КХП» Витебской и ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Минской областей. У животных взяты биопробы ткани (ушной выщип). В лаборатории молекулярной биотехнологии и ДНК-тестирования РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» проведено генотипирование свиней по генам RYR1, PRLR, ECR F18/FUT1, IGF2, MUC4, H-FABP (аллельные системы H и D) методом ПЦР-ПДРФ.

Обработка и анализ полученных данных проведена с использованием общепринятых методов вариационной статистики на ПК [5].

Результаты исследований и их обсуждение. Изучена генетическая структура свиней породы дюрок в СГЦ «Заднепровский» и ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» по генам RYR1, PRLR, ECR F18/FUT1, IGF2, MUC4, H-FABP (аллельные системы H и D).

Результаты молекулярно-генетических исследований животных по гену RYR1 показали отсутствие генотипов Np и np. Частота встречаемости генотипа NN у животных составила 100 %, что свидетельствует о высоком генетическом потенциале стрессоустойчивости у свиней породы дюрок в данных племенных предприятиях.

Пролактиновый рецептор (PRLR) – это специфичный рецептор для гормона пролактина, являющегося одним из важнейших гормонов репродуктивной функции. Ген пролактинового рецептора является маркером репродуктивных качеств в свиноводстве благодаря своей роли в процессе воспроизводства [6]. Генетическое тестирование по гену PRLR животных породы дюрок позволило выявить его полиморфизм, представленный двумя аллелями – А и В. У исследуемого поголовья установлено наличие всех трех генотипов AA, АВ и ВВ (таблица 1).

Таблица 1 – Частота встречаемости генотипов гена PRLR

Племенные предприятия	n	Частота аллелей		Частота генотипов, %		
		А	В	AA	AB	BB
СГЦ «Заднепровский»	35	0,54	0,46	25,7	57,1	17,2
ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита»	23	0,46	0,54	21,7	47,8	30,5

Концентрация аллелей PRLR^A и PRLR^B у свиней в СГЦ «Заднепровский» составила 0,54 и 0,46, в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» – 0,46 и 0,54 соответственно. Большинство животных имели гетерозиготный генотип PRLR^{AB} – 47,8-57,1 %. Частота встречаемости желательного генотипа PRLR^{AA}, ассоциированного с высокими воспроизводительными качествами, составила 21,7 % у свиней в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита», и 25,7 % – в СГЦ «Заднепровский».

При изучении ассоциации полиморфизма гена PRLR с репродуктивными признаками установлено, что свиноматки в СГЦ «Заднепровский» и в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» с гомозиготным генотипом PRLR^{AA} превосходили маток с генотипом PRLR^{AB} и PRLR^{BB} по многоплодию на 1,1 гол. (10 %) и 2,1 гол. (21 %), 0,6 гол. (5,4 %) и 1,5 гол. (14,7 %) соответственно (рисунок 1, 2).

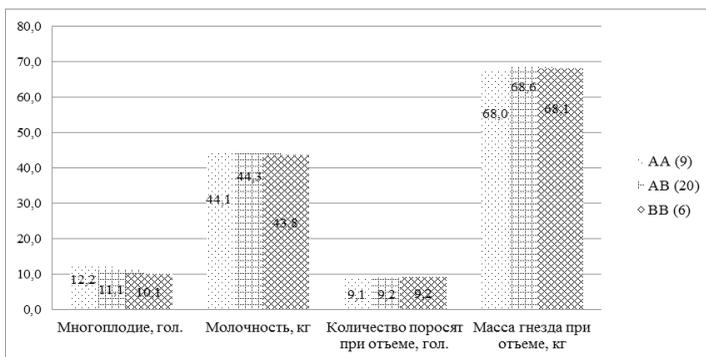


Рисунок 1 – Продуктивность свиноматок породы дюрок в зависимости от генотипа по гену PRLR в СГЦ «Заднепровский»

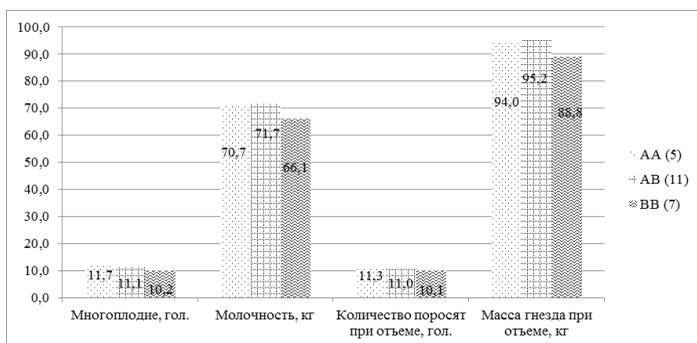


Рисунок 2 – Продуктивность свиноматок породы дюрок в зависимости от генотипа по гену PRLR в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита»

Отмечено положительное влияние гетерозиготного генотипа PRLR^{AB} на показатели молочности и массу гнезда при отъеме.

В ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» свиноматки с генотипом PRLR^{AB} превосходили животных с гомозиготными генотипами PRLR^{AA} и PRLR^{BB} по молочности на 1,4-8,4 %, по массе гнезда при отъеме – 1,3-7,2 %.

С развитием молекулярной генетики стала возможна идентификация генов прямо или косвенно связанных с предрасположенностью к различным заболеваниям. В свиноводстве кишечные расстройства у поросят – это одна из самых широко распространённых и серьёзных проблем, следствием которой являются ежегодные экономические потери. Одной из основных причин, вызывающих высокую смертность поросят в неонатальный период (первые недели жизни), является колибактериоз, лечение и профилактика которого осложнены из-за широкой

вариабельности свойств и множественной устойчивости возбудителя к различным антибактериальным препаратам [7, 8]. Одним из генов, обуславливающих предрасположенность свиней к колибактериозу в первые недели жизни, является ген MUC4.

Анализ генетического тестирования по гену MUC4 показал наличие предпочтительного генотипа MUC4^{CC} у 100 % животных, что свидетельствует об их устойчивости к колибактериозу в первые недели жизни.

Ген ECR F18/FUT1 определяет восприимчивость поросят к колибактериозу после их отъёма от свиноматок. Полиморфизм гена ECRF18/FUT1 представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Частота встречаемости генотипов гена ECRF18

Племенные предприятия	n	Частота аллелей		Частота генотипов, %		
		A	G	AA	AG	GG
СГЦ «Заднепровский»	35	0,07	0,93	-	14,3	85,7
ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита»	23	0,04	0,96	-	8,7	91,3

В исследуемых популяциях свиней, устойчивых к эшерихиозу (генотип ECR^{AA}), не выявлено. Установлена высокая частота встречаемости аллеля ECR^G, детерминирующего чувствительность свиней к патогенным штаммам E.coli. В СГЦ «Заднепровский» 85,7 % животных являлись носителями генотипа ECR^{GG} (чувствительны) и 14,3 % – ECR^{AG} (предрасположены), в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» – 91,3 и 8,7 % соответственно. Отсутствие свиней с генотипом ECR^{AA} свидетельствует о необходимости в проведении интенсивной селекции свиней на увеличение количества особей с данным генотипом.

Одним из маркеров мясных качеств свиней является ген инсулиноподобного фактора роста 2 (IGF-2), который участвует в широком спектре метаболических и дифференцирующих процессов в организме. Мутация в данном гене q → Q оказывает влияние на скорость роста свиней. Животные, несущие в своем генотипе желательное сочетание аллелей IGF-2^{QQ}, отличаются повышенными среднесуточными приростами живой массы и мясностью туш [9]. Изучена генетическая структура свиней породы дюрок по гену IGF-2. Установлено, что животные имели 100 % генотип IGF-2^{QQ}.

В качестве маркеров признаков мясной продуктивности и качества мяса свиней рассматриваются гены семейства связывающих белков жирных кислот (FABP). Один из генов этого семейства – H-FABP – представляет большой интерес в качестве гена-кандидата содержания внутримышечного жира – важнейшего показателя, определяющего качество мяса, а также в качестве возможного генетического маркера

снижения содержания жира в туше свиней. Ген H-FABP у свиней расположен в 6-й хромосоме. Его экспрессия происходит в различных тканях организма животного, но прежде всего в мышечной ткани сердца и скелетной мускулатуре. Полиморфизм гена H-FABP высоко ассоциируется с такими экономическими показателями, как среднесуточные приросты, конверсией корма и толщиной шпика у свиней [10].

При диагностике гена H-FABP по типу H частота предпочтительного по содержанию внутримышечного жира генотипа HH составила у молодняка в СГЦ «Заднепровский» – 57,1 %, в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» – 87 % (таблица 3). При этом наблюдается высокая частота встречаемости аллеля H – 0,76 и 0,93 соответственно. Гомозиготный генотип H-FABP^{hh} выявлен только у свиней в СГЦ «Заднепровский» с частотой встречаемости 5,8 %. Частота встречаемости гетерозиготного генотипа H-FABP^{Hh} составила 13 % в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» и 37,1 % в СГЦ «Заднепровский».

Таблица 3 – Частота встречаемости генотипов гена H-FABP (аллельная система H)

Племенные предприятия	n	Частота аллелей		Частота генотипов, %		
		H	h	HH	Hh	hh
СГЦ «Заднепровский»	35	0,76	0,24	57,1	37,1	5,8
ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита»	23	0,93	0,07	87,0	13,0	-

Анализ генетической структуры молодняка породы дюрок по гену H-FABP (аллельная система D) свидетельствует, что концентрация предпочтительного генотипа dd и аллеля d, влияющего на меньшую толщину шпика, у свиней ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» составили 60,9 % и 0,72 (таблица 4). Генотип dd в СГЦ «Заднепровский» выявлен у 20 % животных.

Таблица 4 – Частота встречаемости генотипов гена H-FABP (аллельная система D)

Племенные предприятия	n	Частота аллелей		Частота генотипов, %		
		D	d	DD	Dd	dd
СГЦ «Заднепровский»	35	0,53	0,47	25,7	54,3	20,0
ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита»	23	0,28	0,72	17,4	21,7	60,9

Встречаемость молодняка с гетерозиготным генотипом H-FABP^{Dd} в племенных предприятиях варьировала от 21,7 % в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» до 54,3 % в СГЦ «Заднепровский».

Анализ развития свиней в зависимости от генотипа по гену Н-FABP свидетельствует, что наиболее предпочтительны животные с генотипом Н-FABP^{HHdd} (таблица 5).

Таблица 5 – Показатели развития молодняка по гену Н-FABP

Генотип	n	Возраст достижения живой массы 100 кг, дней	Среднесуточный прирост от рождения до 100 кг, г	Длина туловища, см	Толщина шпика, мм
СГЦ «Заднепровский»					
HHdd	7	201±2,1	494±5,3	121,8±0,2	20,3±0,2
HHdD	10	208±1,2	477±2,7	122,0±0,3	20,1±0,2
HhDd	10	211±2,2	471±4,8	121,6±0,3	20,7±0,3
ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита»					
HHdd	14	156±0,5	656±4,0	120,0±0,1	6,9±0,2
HHdD	3	162±0,1	629±5,9	119,5±0,2	7,4±0,2
HhDd	2	164±0,5	620±4,8	117,3±0,1	7,5±0,1

Молодняк данного генотипа в СГЦ «Заднепровский» по возрасту достижения живой массы 100 кг и среднесуточному приросту превосходил животных с генотипами Н-FABP^{HHdD} и Н-FABP^{HhDd} на 7-10 дней и 17-23 г соответственно. Свиньи с генотипом Н-FABP^{HhDd} отличались более низким показателем длины туловища – 121,6 см. Самый тонкий шпик (20,1 мм) установлен у носителей генотипа Н-FABP^{HHdd}.

В ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» молодняк с генотипом Н-FABP^{HHdd} также отличался лучшими показателями продуктивности. Превосходство по возрасту достижения живой массы 100 кг и среднесуточному приросту над генотипами Н-FABP^{HHdD} и Н-FABP^{HhDd} составило 3,8-5,1 и 4,3-5,8 % соответственно.

Заключение. Проведено ДНК-тестирование свиней породы дюрок по генам-маркерам RYR1, PRLR, ECR F18/FUT1, IGF2, MUC4 и Н-FABP (аллельные системы Н и D). Частота встречаемости предпочтительных генотипов по генам RYR1 (NN), IGF2 (QQ) и MUC4 (CC) составила 100 %. Частота встречаемости желательного генотипа PRLR^{AA}, ассоциированного с высокими воспроизводительными качествами, составила у свиней в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» 21,7 %, в СГЦ «Заднепровский» – 25,7%. Генотипирование молодняка по гену Н-FABP (аллельные системы Н и D) показало наличие животных с генотипами HH (57,1-87,0 %) и Hh (13,0-37,1 %). Гомозиготный генотип hh выявлен только у животных в СГЦ «Заднепровский» – 5,8 %. Концентрация предпочтительного генотипа Н-FABP^{dd} и аллеля Н-FABP^d у свиней в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» составили 60,9 % и 0,72, в СГЦ «Заднепровский» - 20,0 % и 0,47. Установлена высокая частота встречаемости

генотипа ECR^{GG} гена ECRF18/FUT1, детерминирующего чувствительность свиней к колибактериозу, – 85,7 % (СГЦ «Заднепровский») и 91,3 % (ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита»). Свиноматки с гомозиготным генотипом PRLR^{AA} превосходили маток с генотипом PRLR^{AB} и PRLR^{BB} по многоплодию на 10-21 %, 5,4-14,7 % соответственно. Установлено, что молодняк с генотипом H-FABP^{HHdd} отличался лучшими показателями развития при оценке по фенотипу.

Литература

1. Ятусевич, В. П. Воспроизводительные качества свиней породы дюрок / В. П. Ятусевич, И. А. Никитина, Е. С. Среда // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2020. – № 1. – С. 117-122.
2. Кабанов, В. Д. Воспроизводительные качества свиноматок канадской селекции пород йоркшир, ландрас, дюрок и их помесей / В. Д. Кабанов, И. В. Титов // Свиноводство. – 2011. – № 5. – С. 8-9.
3. Перевойко, Ж. А. Воспроизводительные качества свиноматок породы дюрок / Ж. А. Перевойко, Е. А. Соловьёва, Л. В. Сычёва // Свиноводство. – 2017. – № 2. – С. 17-19.
4. Тимошенко, Т. Н. Использование селекционных методов при создании заводского типа свиней в породе дюрок / Т. Н. Тимошенко // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Жодино, 2008. – Т. 43, ч. 1. – С. 114-117.
5. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Высшая школа, 1973. – 316 с.
6. Лаломова, Е. В. Полиморфизм свиней по генам эстрогенового, пролактинового и рианодинового рецепторов : автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 06.02.01 / Лаломова Елена Владимировна. – Лесные Поляны, 2007. – 23 с.
7. Шейко, И. П. Селекционно-генетические приемы и методы в разведении свиней : [монография] / И. П. Шейко, Р. И. Шейко, И. Н. Казаровец. – Минск : БГАТУ, 2024. – 226, [1] с. – ISBN 978-985-25-0250-4.
8. Роль генов-маркеров ECRF18/FUT1, MC4R, ESR, RYR1 в селекции свиней / Ф. Ф. Зиннатова, Ш. К. Шакиров, А. М. Алимов, Ф. Ф. Зиннат // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2015. – № 3. – С. 188-191.
9. Дойлидов, В. А. Корреляция полиморфизма генов EPOR, MUC4 и IGF-2 с уровнем продуктивных качеств свиней белорусской селекции / В. А. Дойлидов, Д. А. Каспирович // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр./ БСХА. – Горки : БГСХА, 2010. – Вып. 13, ч. 2. – С. 65-71.
10. Полиморфизм генов H-FABP, ESR и их роль в формировании продуктивности свиней мясных пород / В. П. Рыбалко, В. В. Семёнов, И. Г. Рачков [и др.] // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 5. – С. 44-46.

Поступила 17.03.2025 г.