

О. А. Епишко, В. К. Пестис, Т. И. Кузьмина, В. Н. Стефанова

## Маркерная селекция в свиноводстве Республики Беларусь

**Аннотация.** Научно-обоснованы методы применения генов пролактинового рецептора (PRLR) и бета субъединицы фолликулостимулирующего гормона (FSH $\beta$ ) и комплексных генотипов ESR<sup>BB</sup> PRLR<sup>AA</sup> FSH $\beta$ <sup>BB</sup> в селекции белорусской мясной породы.

Установлены закономерности позитивного влияния генотипа ESR<sup>BB</sup>, PRLR<sup>AA</sup>, FSH $\beta$ <sup>BB</sup> на репродукцию маток белорусской мясной породы, выразившиеся в увеличении у животных генотипа ESR<sup>BB</sup> многоплодия до 9,7% ( $P < 0,05$ ), в том числе живорожденных от 7% до 10,3% ( $P < 0,01$ ); у животных генотипа PRLR<sup>AA</sup> от 11,8% ( $P < 0,05$ ) до 18% ( $P < 0,05$ ) и от 10,1% ( $P < 0,05$ ) до 14% ( $P < 0,001$ ) соответственно. Выявлено превосходство репродуктивных признаков у свиноматок генотипа FSH $\beta$ <sup>BB</sup> в сравнении с FSH $\beta$ <sup>AB</sup> в среднем от 2,5 до 8%. У производителей генотипа ESR<sup>BB</sup>, PRLR<sup>AA</sup>, FSH $\beta$ <sup>BB</sup> определено увеличение показателей спермопродукции, оплодотворяющей способности маток и их многоплодия.

Выявлено положительное влияние комплексного генотипа ESR<sup>BB</sup>PRLR<sup>AA</sup> FSH $\beta$ <sup>BB</sup> у свиноматок белорусской мясной породы выразившееся в увеличении многоплодия до 13,8 поросят, в том числе живых — 12,4, массы гнезда при рождении 17,97 кг, что на 27,5%, 29,3% и 21,4% в сравнении с животными комплексных генотипов ESR<sup>AB</sup>PRLR<sup>AB</sup> FSH $\beta$ <sup>BB</sup>. У хряков-производителей наивысшими показателями продуктивности характеризовались животные с сочетанием генотипов ESR<sup>BB</sup>FSH $\beta$ <sup>BB</sup>.

**Ключевые слова:** ген, полиморфизм, генотип, репродуктивные признаки.

**Авторы:**

**Епишко Ольга Александровна** — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий научно-исследовательской лаборатории ДНК-технологий, Гродненский государственный аграрный университет, Республика Беларусь, 230023, г. Гродно, ул. Академическая, 10; e-mail: labgen@mail.ru;

**Пестис Витольд Казимирович** — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент, ректор УО «Гродненский государственный аграрный университет», Республика Беларусь, 230023, г. Гродно, ул. Академическая, 10; e-mail: labgen@mail.ru;

**Кузьмина Татьяна Ивановна** — доктор биологических наук, профессор ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных Санкт-Петербург, Россия поселок Тярлево, Московское шоссе, дом 55 а; e-mail: prof.kouzmina@mail.ru;

**Стефанова Вера Николаевна** — кандидат биологических наук, Институт цитологии РАН Россия, 194064, г. Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., 4; e-mail: vestefan@mail.ru.

**Введение.** В большинстве стран мира наиболее значимыми из областей применения современной биотехнологии являются сельское хозяйство и пищевая промышленность, которые занимают 48% в оценке мирового рынка биотехнологической продукции. Это продиктовано, прежде всего, необходимостью формирования эффективного конкурентноспособного производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия в каждой из отдельных стран с целью обеспечения ее продовольственной безопасности.

В Республике Беларусь не менее актуальной и стратегической задачей, связанной с обеспечением продовольственной безопасности страны,

является наращивание экспортного потенциала и сокращение импорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия. При этом важнейшим ресурсом в обеспечении экономической эффективности сельскохозяйственной отрасли животноводства является повышение продуктивных качеств пород животных, в т. ч. свиней, и рациональное использование их генетического потенциала.

Однако практика ведения селекционной работы в Республике Беларусь на настоящем этапе свидетельствует о том, что применение традиционных методов селекции в свиноводстве за последнее десятилетие позволило повысить продуктивные качества животных в пределах лишь 5 %, при этом

не всегда увеличение количественных показателей продуктивности сочеталось с улучшением качественных характеристик получаемой продукции. Не принимались во внимание факторы адаптационной способности животных, что привело к снижению их устойчивости к наследственным и инфекционным заболеваниям [1].

Селекционная практика животноводов зарубежных стран, связанная с использованием ДНК-технологий, показывает высокую эффективность их применения в животноводстве. При этом обеспечивается возможность вести селекцию биологических объектов на уровне генома, т. е. осуществлять отбор селекционного материала с предпочтительными генотипами, определяющими как более высокую продуктивность, так и устойчивость к наследственным и инфекционным заболеваниям.

В этой связи особое внимание необходимо уделить поиску и разработке молекулярно-генетических маркеров, позволяющих иметь информацию не только на уровне продуктов генов (белковый полиморфизм), но и на уровне генетического материала клетки (полиморфизм ДНК). Использование в качестве маркерных систем полиморфных последовательностей ДНК позволит решить проблему насыщения генома маркерами, напрямую и косвенно связанными с хозяйственно-полезными признаками. Это даст возможность значительно повысить генетический потенциал животных, осуществить направленное разведение предпочтительных генотипов, исключив из популяции генетический балласт в раннем возрасте, и значительно ускорить процесс селекции свиней по репродуктивным, откормочным и мясным качествам, создать резистентные к стрессу и к инфекционным заболеваниям стада.

На основании полученных нами результатов исследований, суммированных на протяжении почти десятка лет, с уверенностью можно утверждать, что в будущем применение ДНК-технологий в селекции с.-х. животных станет одним из основных аспектов пороодообразования, позволяющим не только прогнозировать эффективность, но и значительно ускорить процесс совершенствования генетического потенциала отечественных пород. Обобщение и анализ данных научной литературы показывают, что одним из основополагающих факторов, оказывающих определяющее влияние на интенсификацию селекционного процесса в свиноводстве, направленного на повышение продуктивных качеств существующих и выведения новых пород, линий и типов свиней, является прогнозирование и моделирование селекционного процесса. Используя только традиционные методы селекции, невозможно осуществлять прогноз селекционного процесса, по-

лучать адекватную оценку племенных качеств животных и обеспечивать необходимые темпы роста производства животноводческой продукции.

В зарубежной селекционной практике используют маркеры связанные с хозяйственно-полезными признаками, что позволяет проводить селекцию по генотипу, непосредственно на уровне ДНК, выявлять генетический потенциал животных в раннем возрасте, независимо от пола и своевременно оценивать признаки, которые фенотипически проявляются поздно или только у животных одного пола. Это значительно повышает эффективность селекционной работы, что особенно важно при селекции мясных пород на повышение их воспроизводительной функции.

Предполагается, что генами, детерминирующими репродукцию свиноматок и воспроизводительную функцию хряков-производителей, являются: ген эстрогенового рецептора (ESR), влияющий на развитие вторичных половых признаков у маток и участвующий в деятельности придаточных половых признаков самцов; ген пролактинового рецептора (PRLR), определяющий биологическую способность маток к многоплодию и выкармливанию поросят, стимулирующий у хряков функцию придаточных половых желез и ген  $\beta$  субъединицы фолликулостимулирующего гормона (FSH $\beta$ ), регулирующий фолликулогенез и развитие семенных канальцев, стимулирующий сперматогенез [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

В связи с этим возникает необходимость в проведении исследований, направленных на изучение полигенного характера детерминации репродуктивных признаков свиней и на этой основе выявления маркерных генов и установления возможности их использования в селекции свиней белорусской мясной породы. Это позволит совершенствовать существующие и создавать новые генотипы, позволяющие проводить заказные спаривания и получать выдающихся животных для закладки новых высокопродуктивных линий в селекционной практике свиноводства Республики Беларусь.

**Материалы и методы исследований.** Исследования были проведены в РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» и УО «ГГАУ» в научно-исследовательской лаборатории ДНК-технологий. В качестве объекта исследований были использованы свиноматки и хряки-производители белорусской мясной породы.

В процессе работы методом ПЦР-ПДРФ анализа исследован полиморфизм генов ESR, PRLR, FSH $\beta$  более чем у 500 маток и 50 хряков-производителей белорусской мясной породы. ДНК экстрагировали из проб ткани уха животного перхлоратным методом [11]. Концентрацию, степень

очистки, нативность оценивали на спектрофотометре Implen NanoPhotometer P-Class.

ПЦР проводили в амплификаторе «Амплификатор C1000 Touch».

Для амплификации участка гена ESR использовали праймеры:

ESR1:5' — CCT GTT TTT ACA GTG ACT  
TTT ACA GAG — 3'

ESR2:5' — CAC TTC GAG GGT CAG TCC  
AAT TAG — 3'

Из предлагаемых генетическим банком и зарубежными исследователями праймеров, нами были подобраны олигонуклеотидные последовательности, обеспечивающие стабильную, специфичную амплификацию фрагментов генов PRLR и FSH $\beta$ .

PRLR1:5' — CGT GGC TCC GTT TGA AGA  
ACC — 3'

PRLR2:5' — CTG AAA GGA GTG CAT AAA  
GCC — 3'

FSH $\beta$ F: — AGT TCT GAA ATG ATT TTT  
CGG G — 3'

FSH $\beta$ R: — TTT GCC ATT GAC TGT CTT  
AAA GG — 3'

Разработаны программы проведения ПЦР, основанные на методиках Rothschild et al. [12], Short et al. [13], Rohrer et al. [14] и Г. Брема и Б. Бренинга [15], с некоторыми изменениями температурных и временных профилей реакции, что обеспечило оптимальную амплификацию участков генов ESR, PRLR, FSH $\beta$ , несущих точковую мутацию:

ESR: ПЦР — программа: «горячий старт» — 4 мин при 94°C; 35 циклов: денатурация — 1 мин при 94°C, отжиг — 1 мин при 65°C, синтез — 1 мин при 72°C; достройка 8 мин при 72°C.

PRLR: ПЦР — программа: «горячий старт» — 4 мин при 94°C; 35 циклов: денатурация — 30 сек при 94°C, отжиг — 1 мин при 59°C, синтез — 30 сек при 72°C.

FSH $\beta$ : ПЦР — программа: «горячий старт» — 4 мин при 94°C; 33 цикла: денатурация — 1 мин при 94°C, отжиг — 1 мин при 55°C, синтез — 1 мин при 72°C; достройка 7 мин при 72°C.

Амплификацию генов ESR, PRLR, FSH $\beta$  проводили с использованием реакционной смеси объемом 25 мкл, содержащую 1xTaq-буфер, 2 мМ дНТФ (4x0,5 мМ каждого), 10 пМ каждого праймера, 1,5 ед. акт. Taq-полимеразы, 100–200 нг геномной ДНК.

Концентрацию и специфичность амплификата оценивали электрофоретическим методом в 2% агарозном геле. В качестве маркера использовали ДНК плазмиды pBR 322, расщепленную рестриктазами. Длина фрагмента гена ESR составляла 120 п.о., PRLR- 163 п.о., FSH $\beta$  — 713 п.о.

Оптимизированы параметры проведения рестрикции. Для рестрикции амплифицированного участка генов ESR, PRLR, FSH $\beta$  использовали эндонуклеазы: PvuII, AluI, BsuRI, соответственно. Реакцию проводили при температуре 37°C, в течение 3–4 часов для FSH $\beta$  не менее 12 часов в реакционной смеси, содержащей 15 ед. акт., рестриктазы, 15 мкл амплификата. Продукты рестрикции генов ESR, PRLR, FSH $\beta$  разделяли электрофоретически в 4%, 3%, 4%, агарозном. Для анализа распределения рестрикционных фрагментов ДНК в агарозном геле после электрофореза использовали систему гель-документирования GelDoc XR+.

Для изучения ассоциации генов с репродуктивными признаками свиноматок пород белорусская мясная оценивали: количество родившихся поросят (гол.), в том числе живых (гол.), в 21 день (гол.), и при отъеме в 35 дней (гол.), массу гнезда живорожденных поросят (кг), молочность (кг) и массу гнезда при отъеме в 35 дней (кг), сохранность (%), и процент аварийных опоросов (%).

Исследована ассоциация полиморфных фрагментов генов ESR, PRL, FSH $\beta$  с продуктивными качествами хряков-производителей по показателям: количество эякулятов (%), объем эякулята (мл), концентрация спермиев (млн/мл) и переносимость (час).

**Результаты и их обсуждение.** В результате молекулярно-генетического тестирования свиноматок белорусской мясной породы был выявлен полиморфизм генов ESR, PRLR, FSH $\beta$ .

Анализ полиморфизма 534 маток по гену ESR показал, что в стаде большинство маток — 61,2% являются носителями генотипа ESR<sup>AA</sup>, 31,5% — ESR<sup>AB</sup> и только 7,3% — ESR<sup>BB</sup>. Частота встречаемости аллелей ESR<sup>A</sup> и ESR<sup>B</sup> составила 0,230 и 0,770 соответственно. При этом в популяции выявлено нарушение генетического равновесия ( $P < 0,01$ ) в сторону преобладания гомозиготных ESR<sup>AA</sup> особей, что связано с проведением преимущественной селекции данной породы на увеличение мясной продуктивности. Частоты встречаемости генотипов и аллелей по гену PRLR в популяции 426 маток распределились следующим образом: PRLR<sup>AA</sup> — 21,7%, PRLR<sup>AB</sup> — 51,8%, PRLR<sup>BB</sup> — 26,5%, PRLR<sup>A</sup> — 0,475, PRLR<sup>B</sup> — 0,525.

Анализ полиморфизма 421 матки по гену FSH $\beta$  выявил наличие двух генотипов FSH $\beta$ <sup>AB</sup> — 8,6%, FSH $\beta$ <sup>BB</sup> — 91,4%. Частоты встречаемости аллелей в популяции свиноматок составили FSH $\beta$ <sup>A</sup> — 0,040, FSH $\beta$ <sup>B</sup> — 0,960, соответственно. Животные с генотипом FSH $\beta$ <sup>AA</sup> не диагностированы, однако генетическое равновесие в данной популяции не было нарушено.

В результате ДНК тестирования хряков-производителей белорусской мясной породы выявлен полиморфизм генов ESR, PRLR, FSH $\beta$ .

Анализ распределения полиморфных вариантов гена ESR показал, что 64% особей являются носителями генотипа ESR<sup>AA</sup>, 26% — ESR<sup>AB</sup> и 10% — ESR<sup>BB</sup>. Частоты встречаемости аллелей ESR<sup>A</sup> и ESR<sup>B</sup> составили 0,770 и 0,230 соответственно.

Исследование полиморфизма гена PRLR в популяции хряков-производителей выявило наличие 48% животных с гетерозиготным генотипом PRLR<sup>AB</sup>, 28% — с предпочтительным генотипом PRLR<sup>AA</sup> и 24% — с генотипом PRLR<sup>BB</sup>.

В результате изучения полиморфизма в популяции хряков-производителей белорусской мясной породы по гену FSH $\beta$  диагностировано наличие трех генотипов: FSH $\beta$ <sup>AA</sup> (6%), FSH $\beta$ <sup>AB</sup> (12%) и FSH $\beta$ <sup>BB</sup> (82%), в то время как у свиноматок данной популяции диагностированы лишь генотипы FSH $\beta$ <sup>AB</sup> — 8,6% и FSH $\beta$ <sup>BB</sup> — 91,4%. Частота встречаемости аллелей FSH $\beta$ <sup>A</sup> и FSH $\beta$ <sup>B</sup> составила 0,120 и 0,880 соответственно.

Исследование полиморфизма гена FSH $\beta$  в популяции хряков-производителей выявило нарушение генетического равновесия ( $P < 0,001$ ) в сторону преобладания животных с генотипом FSH $\beta$ <sup>BB</sup>. В данной популяции вопреки ожидаемой, фактическая частота встречаемости животных с генотипом FSH $\beta$ <sup>AA</sup> и FSH $\beta$ <sup>BB</sup> была выше практически в 4,3 раза, а гетерозиготным (FSH $\beta$ <sup>AB</sup>) — ниже в сравнении с ожидаемыми частотами в 1,78 раза. Возможным объяснением является то, что данный ген не только стимулирует развитие фолликулов до момента овуляции и интерстициальной ткани яичников у маток, но и контролирует сперматогенез и секрецию мужских половых гормонов у хряков — производителей.

При изучении ассоциации полиморфизма гена ESR с репродуктивными признаками свиноматок опытной группы выявлено положительное влияние аллеля ESR<sup>B</sup> и генотипа ESR<sup>BB</sup> на ряд показателей.

Установлена закономерность превосходства свиноматок с генотипом ESR<sup>BB</sup> в сравнении с животными генотипа ESR<sup>AA</sup> по количеству родившихся поросят на 1 поросенка или 9,7% ( $P < 0,001$ ), в том числе живых на 1,1 поросенка или 10,3% ( $P < 0,01$ ), и тенденция превосходства по количеству поросят в 21 день — на 0,7 и при отъеме — на 0,7 поросенка или на 8,5% и 8,6%, соответственно, а так же выявлена тенденция увеличения массы гнезда при рождении на 1,1 кг или 7,3%, в 21 день на 4,2 кг или 8,7% и при отъеме на 4,3 кг или 5,2%, снижение процента аварийных опоросов на 6,8% у свиноматок генотипа ESR<sup>BB</sup>, в сравнении с генотипом ESR<sup>AA</sup>.

Однако при строгом эксперименте с множеством ограничений мы получили лишь теоретическую модель, которая подтверждает наши наблюдения и не дает исчерпывающей информации о процессах, происходящих в конкретных популяциях. Поэтому мы изучили ассоциацию полиморфизма с репродуктивными признаками популяции 534 маток белорусской мясной породы, разводимых в РСУП «СПЦ «Заднепровский».

При изучении ассоциации полиморфизма гена ESR с репродуктивными признаками свиноматок выявлены схожие результаты с полученными в опытных группах, свидетельствующие о превосходстве животных генотипа ESR<sup>BB</sup> в сравнении

**Таблица 1. Продуктивность свиноматок белорусской мясной породы в зависимости от генотипа по гену ESR**

Показатели	Генотип ESR (n=534)		
	AA	AB	BB
Количество голов	327	168	39
Количество опоросов на одну свиноматку	3,4±0,14	2,9±0,15	3,3±0,38
Количество опоросов, всего	1122	492	129
Родилось поросят всего, гол.	10,3±0,35	10,6±0,29	11,3±0,31*
В том числе живых, гол.	10,2±0,15	10,3±0,22	10,9±0,34*
Масса гнезда при рождении, кг	15,9±0,28	16,1±0,29	16,5±0,6
Количество поросят в 21 день, гол.	9,3±0,14	9,6±0,12	9,6±0,13
Молочность, кг	52,2±0,95	54,5±0,74	55,5±0,83**
Количество поросят при отъеме, гол.	9,3±0,15	9,3±0,13	9,6±0,13
Масса гнезда при отъеме в 35 дней, кг	89,1±2,11	90,7±1,5	92,3±3,64
Сохранность поросят, %	89,7±1,34	88,3±1,36	85,4±1,7
Аварийные опоросы, %	16,6±0,2	14,3±2,08	13,3±3,6

Разница между показателями генотипов ESR<sup>BB</sup> и ESR<sup>AA</sup> достоверна при: \* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$

с генотипом ESR<sup>AA</sup> по количеству родившихся поросят на 1,0 поросенка или 9,7% ( $P < 0,05$ ), в том числе живых — на 0,7 поросенка или 7% ( $P < 0,05$ ), количеству поросят в 21 день — на 0,36 и при отъеме — на 0,36 поросенка или на 3,8 и 4%, соответственно. Установлено положительное влияние генотипа ESR<sup>BB</sup>, обеспечивающее увеличение показателей массы гнезда при рождении на 0,6 кг или 3,8%, в 21 день на 3,3 кг или 6,3% ( $P < 0,01$ ) и при отъеме на 3,2 кг или 3,6%, и снижение процента аварийных опоросов на 3,3% (Таблица 1).

Однако сохранность поросят у свиноматок генотипа ESR<sup>BB</sup> оказалась меньше во всей популяции, что вероятно связано с технологическим процессом подсадов поросят.

Изучение ассоциации полиморфизма гена PRLR с репродуктивными признаками выявило положительное влияние аллеля PRLR<sup>A</sup> на ряд данных признаков.

У свиноматок с генотипом PRLR<sup>AA</sup> в сравнении с животными генотипа PRLR<sup>BB</sup> установлено превосходство по количеству родившихся поросят на 1,3 поросенка или 11,8% ( $P < 0,05$ ), в том числе живых — на 1,1 поросенка или 10,1% ( $P < 0,05$ ), количеству поросят в 21 день — (на 0,6 поросенка или 6,3%  $P < 0,05$ ). Выявлено увеличение массы гнезда при рождении на 17,2% ( $P < 0,05$ ), снижение процента аварийных опоросов на 15% ( $P < 0,05$ ).

Полученные данные, свидетельствующие о положительном влиянии генотипа PRLR<sup>AA</sup> на

ряд признаков репродуктивной функции маток опытной группы, были подтверждены при исследовании ассоциации полиморфизма 426 свиноматок с данными признаками (таблица 2).

Установлено, что свиноматки с гомозиготным генотипом PRLR<sup>AA</sup> превосходили маток с генотипом PRLR<sup>BB</sup> по количеству родившихся поросят на 1,9 поросенка или 18%, ( $P < 0,05$ ), в том числе живых — на 1,5 поросенка или 14% ( $P < 0,001$ ), и количеству поросят при отъеме — на 0,3 поросенка или 3,4%. Также наблюдалось тенденция положительного влияния предпочтительного генотипа PRLR<sup>AA</sup> на массу гнезда при рождении на 0,6 кг или 3,6%, в 21 день на 2 кг или 3,7% и при отъеме — на 4,9 кг или 5,2% и снижение процента аварийных опоросов на 7,4%. Однако сохранность была ниже у маток генотипа PRLR<sup>AA</sup>, что явилось результатом технологической подсадки поросят в гнезда маток генотипа PRLR<sup>AB</sup> и PRLR<sup>BB</sup>, характеризующихся более низким многоплодием.

Изучение ассоциации полиморфных вариантов гена FSH $\beta$  с репродуктивными признаками свиноматок не выявило значительных различий по показателям многоплодия.

В результате проведенных исследований было установлено у маток генотипа FSH $\beta$ <sup>BB</sup> увеличение количества поросят в 21 день в сравнении со свиноматками генотипа FSH $\beta$ <sup>AB</sup> (на 0,4 поросенка или 4,1%  $P < 0,05$ ). Выявлена тенденция увеличения количества поросят при отъеме на 0,4 поросенка или 4%, массы гнезда при рождении на 0,5 кг

Таблица 2. Продуктивность свиноматок белорусской мясной породы в зависимости от генотипа по гену PRLR

Показатели	Генотип PRLR (n=426)		
	AA	AB	BB
Количество голов	92	221	113
Количество опоросов на одну свиноматку	2,5±0,2	2,6±0,15	2,8±0,17
Количество опоросов, всего	230	575	316
Родилось поросят всего, гол.	12,6±0,82*	11,7±0,27^^	10,7±0,27
В том числе живых, гол.	12,0±0,23*** <sup>oo</sup>	11,0±0,18^	10,5±0,2
Масса гнезда при рождении, кг	17,1±0,41	16,8±0,28	16,5±0,42
Количество поросят в 21 день, гол.	9,8±0,25	9,5±0,14	9,4±0,22
Молочность, кг	55,5±1,59	55,8±0,84	53,4±1,36
Количество поросят при отъеме, гол.	9,5±0,14	9,5±0,14	9,2±0,22
Масса гнезда при отъеме в 35 дней, кг	99,2±2,30	94,1±2,34	94,3±2,80
Сохранность поросят, %	75,2±1,14	80,4±4,06	81,9±2,14
Аварийные опоросы, %	10,1±2,91	12,1±1,85	17,5±2,72

Разница между показателями генотипов PRLR<sup>AA</sup> и PRLR<sup>BB</sup> достоверна при: \* $P < 0,05$ ; \*\*\* $P < 0,001$

Разница между показателями генотипов PRLR<sup>AA</sup> и PRLR<sup>AB</sup> достоверна при:  $P < 0,01$

Разница между показателями генотипов PRLR<sup>AB</sup> и PRLR<sup>BB</sup> достоверна при: ^ $P < 0,05$ ; ^^ $P < 0,01$

и в 21 день на 3,4 кг или на 3% и 6% соответственно, а также сохранности поросят на 3,5% и снижение процента аварийных опоросов на 2,3%.

Такая же тенденция, отражающая незначительные различия между показателями в генотипических группах, наблюдалась при изучении показателей продуктивности популяции из 421 свиноматки белорусской мясной породы, по гену FSH $\beta$  (таблица 3).

Было выявлено, что свиноматки с генотипом FSH $\beta^{BB}$  превосходили свиноматок с генотипом FSH $\beta^{AB}$  по количеству рожденных поросят на 0,3 поросенка или 2,5%, в том числе живых на 0,4 поросенка или 3,6% и при отъеме на 0,4 поросенка или 4,3% ( $P < 0,05$ ), а так же по массе гнезда: при рождении на 0,4 кг или 2,5%, в 21 день на 2,1 кг или 4%, при отъеме на 7,7 кг или 8%, сохранности поросят на 1% и характеризовались более низким процентом аварийных опоросов на 2,4% (таблица 3).

На основании полученных результатов, мы предлагаем использовать в селекции свиноматок белорусской мясной породы на повышение репродуктивных качеств FSH $\beta$  в качестве маркера многоплодия, который позволит увеличить данный показатель до 18%.

При изучении влияния полиморфных вариантов генов ESR, PRLR, FSH $\beta$  на проявление воспроизводительной функции хряков-производителей выявлено достоверное влияние, обеспечивающее увеличение процента оплодотворения маток хряками генотипов ESR $^{BB}$  и FSH $\beta^{BB}$  на 3% ( $P < 0,05$ ) и 2,3% ( $P < 0,05$ ) соответственно и количества жи-

ворожденных поросят у маток, покрытых хряками генотипа FSH $\beta^{BB}$  на 1,1% ( $P < 0,01$ ).

Изучение концентрации комплексных генотипов в популяции свиноматок белорусской мясной породы выявило наличие 24 комплексных генотипов. Самую высокую концентрацию имели сочетания генотипов ESR $^{AB}$ PRLR $^{AA}$ FSH $\beta^{BB}$ RYR1 $^{NN}$  (16,5%), ESR $^{AA}$ PRLR $^{BB}$ FSH $\beta^{BB}$ RYR1 $^{NN}$  (11,7%) и ESR $^{AB}$ PRLR $^{AB}$ FSH $\beta^{BB}$ RYR1 $^{NN}$  (11,3%), остальные сочетания имели незначительный процент встречаемости в популяции свиноматок.

Оценка влияния комплексных генотипов генов ESR, PRLR, FSH $\beta$  на показатели многоплодия показала, что наибольшее количество рожденных (13,8) и живорожденных (12,4) поросят наблюдалось у маток с сочетанием генотипов ESR $^{BB}$ PRLR $^{AA}$ FSH $\beta^{BB}$ .

Наименьшие значения данных признаков (10 и 8,8 поросят, соответственно) имели животные с сочетанием генотипов ESR $^{AB}$ PRLR $^{AB}$ FSH $\beta^{BB}$ .

Сочетания изучаемых генов с предпочтительными генотипами оказывали положительное влияние и на массу гнезда при рождении.

Выявлено, что наиболее высокую массу гнезда при рождении 17,97 кг имели животные с сочетанием генотипов ESR $^{BB}$ PRLR $^{AA}$ FSH $\beta^{BB}$ , наименьшую — 14,12 кг с сочетанием ESR $^{AB}$ PRLR $^{AB}$ FSH $\beta^{BB}$ .

Установлено, что наивысшими показателями оплодотворяющей способности (94,7%) характеризовались хряки-производители с комплексным генотипом ESR $^{BB}$ FSH $\beta^{BB}$ . У маток, осемененных

Таблица 3. Продуктивность свиноматок белорусской мясной породы, в зависимости от генотипа по гену FSH $\beta$

Показатели	Генотип FSH $\beta$ (n=421)	
	AB	BB
Количество голов	36	385
Количество опоросов на одну свиноматку	2,9 $\pm$ 0,35	2,9 $\pm$ 0,14
Количество опоросов, всего	105	1116,5
Родилось поросят всего, гол.	12,2 $\pm$ 0,54	12,5 $\pm$ 0,40
В том числе живых, гол.	11,1 $\pm$ 0,17	11,5 $\pm$ 0,42
Масса гнезда при рождении, кг	15,9 $\pm$ 0,3	16,3 $\pm$ 0,58
Количество поросят в 21 день, гол.	9,7 $\pm$ 0,15	9,8 $\pm$ 0,16
Молочность, кг	53,4 $\pm$ 1,15	55,5 $\pm$ 1,21
Количество поросят при отъеме, гол.	9,4 $\pm$ 0,14	9,8 $\pm$ 0,16*
Масса гнезда при отъеме в 35 дней, кг	93,6 $\pm$ 5,2	101,3 $\pm$ 6,5
Сохранность поросят, %	76,8 $\pm$ 4,2	78,6 $\pm$ 2,56
Аварийные опоросы, %	12,3 $\pm$ 4,64	9,9 $\pm$ 4,04

Разница между показателями генотипов FSH $\beta^{BB}$  и FSH $\beta^{AB}$  достоверна при: \* $P < 0,05$

спермой хряков с данным генотипом, рождалось больше живых поросят на 1,7 поросенка или 16,9% больше в сравнении с животными генотипа  $ESR^{AA}FSH\beta^{AB}$ .

**Выводы.** Таким образом, выявленное положительное влияние сочетания предпочтительных генотипов на репродуктивную функцию свиноматок и хряков-производителей, позволяет нам рекомендовать данные сочетания генов в качестве маркеров для селекции на повышение многоплодия белорусской мясной породы.

Использование данных маркеров в селекции позволит проводить ДНК-типирование племенных животных и ремонтного молодняка в раннем возрасте, независимо от пола, и увеличить многоплодие маток до 11,8–14%, воспроизводительную способность хряков-производителей в среднем до 19,5%.

Использование маток комплексного генотипа  $ESR^{BB}PRLR^{AA}FSH\beta^{BB}$  и хряков —  $ESR^{BB}FSH\beta^{BB}$  при проведении заказных спариваний будет способствовать увеличению репродукции свиноматок на 21,4–29,3% и хряков-производителей на 6,5–16,7%.

### Литература

1. Распределение ESR-генотипов в популяциях свиней разных пород и их ассоциация с уровнем овуляции у свиноматок / В. Н. Балацкий [и др.] // Вісник аграрної науки Причорномор'я: зб. наук. праць. Вып. 31. — Одесса, 2005. — С. 98–100
2. Гладырь, Е. А. Использование маркерных генов в свиноводстве / Е. А. Гладырь, Р. Ю. Арсиенко, В. П. Мичурин // ДНК-технологии в клеточной инженерии и маркирование признаков сельскохозяйственных животных. — Дубровицы, 2001. — С. 64–67.
3. Кунаева, Е. К. Использование гена фолликулостимулирующего гормона бета-субъединицы (FSHB) как генетического маркера молочности в свиноводстве / Е. К. Кунаева, Е. А. Гладырь, Н. А. Зиновьева // Сб. науч. тр. межрегиональной науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов. — Чебоксары : ООО «Полиграф», 2006. — С. 204–205
4. Analysis of prolificacy in sows of hyperprolific lines of Large White breed / V. Matousek [et al.] // J. Anim. Sci. — 2005. — Vol. 50, № 4. — P. 155–162.
5. Effect of RYR1 and ESR genotypes on the fertility of sows of Large White breed in elite herds / V. Matousek [et al.] // Czech J. Anim. Sc. — 2003. — Vol. 48, N 3. — P. 129–133.
6. Effect of the estrogen receptor locus on reproduction and production traits in four commercial pig lines / T. H. Short [et al.] // J. Anim. Sc. — 1997. — Vol. 75, N 12. — P. 3138–3142.
7. Follicle Selection in Cattle: Role of Luteinizing Hormone Follicle Selection in Cattle / O. J. Ginther [et al.] // Biol. Reprod. — 2001. — Vol. 64. — P. 197–205.
8. Genetic Polymorphism of prolactin receptor gene in nong cai pig / Nguyen Thi Dieu Yhuy [et. al.] // Nong Lam University Ho Chi Minh City, Oct 20-21. — 2006. — P. 137–142.
9. PCR amplification and physical localization of pig FSH $\beta$  and LHB / C. Mellink [et al.] // Cytogenet. Cell. Genet. — 1995. — Vol. 70. — P. 224–227.
10. The prolactin receptor gene is associated with increased litter size in pigs / A. L. Vincent [et al.] // Proc. 6th World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod. — Armidale, 1989. — P. 15–18.
11. Зиновьева, Н. А. Методы исследований в биотехнологии сельскохозяйственных животных: шк.-практ. Вып. 3 / Н. А. Зиновьева, Е. А. Гладырь ; под ред. Н. А. Зиновьевой. — Дубровицы: ВИЖ, 2004. — 60 с.
12. Rothschild, M. F. The estrogen receptor locus is associated with a major gene influencing litter size in pigs / M. F. Rothschild // Proc. Natl. Acad. Sci. USA — 1993. — P. 201–205.
13. Short, T. H. Effect of estrogen receptor locus on reproduction and production traits in four commercial pig lines / T. H. Short // J. Anim. Sc. — 1997. — Vol. 75, № 12. — P. 3138–3142.
14. Rohrer, G. A. Mapping the subunit of follicle stimulating hormone / G. A. Rohrer, L. T. Alexander, C. W. Beattie // Mammalian Genome. — 2004. — Vol. 5. — P. 315–317.
15. Брэм, Г. Использование в селекции свиней молекулярной генной диагностики злокачественного гипертермического синдрома (MHS) / Г. Брэм, Б. Бренинг // Генетика. — 1993. — Т. 29, № 6. — С. 1009–1013.

Epishko O. A., Vitold P. K., Kuzmina T. I., Stefanova V. N.

## Marker selection in pig-breeding of Republic of Belarus

**Abstract.** *Methods of application of genes of a prolactin receptor (PRLR) and beta follicle-stimulating hormone (FSHB) and complex genotypes of  $ESR^{BB}PRLR^{AA}FSH\beta^{BB}$  in selection of the Belarusian meat breed are scientifically based.*

*The consistent patterns of positive influence of a genotype of ESR<sup>BB</sup>, PRLR<sup>AA</sup>, FSH $\beta$ <sup>BB</sup> on a reproduction traits of the Belarusian meat breed expressed in increase at animals of a genotype of ESR<sup>BB</sup> of a multiple pregnancy up to 9,7% ( $P < 0,05$ ), including live-born from 7% to 10,3% are determined ( $P < 0,01$ ); at animals of a genotype of PRLR<sup>AA</sup> from 11,8% ( $P < 0,05$ ) to 18% ( $P < 0,05$ ) and from 10,1% ( $P < 0,05$ ) to 14% ( $P < 0,001$ ) respectively.*

*The superiority of reproductive traits at sows of a genotype of FSH $\beta$ <sup>BB</sup> in comparison with FSH $\beta$ <sup>AB</sup> on average from 2,5 to 8% is revealed. At producers of a genotype of ESR<sup>BB</sup>, PRLR<sup>AA</sup>, FSH $\beta$ <sup>BB</sup> increase in indexes of the sperm production impregnating abilities of a uterus and their multiple pregnancy is defined.*

*Positive influence of a complex genotype of ESR<sup>BB</sup>PRLR<sup>AA</sup>FSH $\beta$ <sup>BB</sup> at sows of the Belarusian meat breed expressed in increase in a multiple pregnancy up to 13,8 pigs, including alive — 12,4, the mass of a nest is revealed at the birth of 17,97 kg that for 27,5%, 29,3% and 21,4% in comparison with animals of complex genotypes of ESR<sup>AB</sup>PRLR<sup>AB</sup>FSH $\beta$ <sup>BB</sup>. At manufacturing male pigs the highest indexes of efficiency characterized animals with a combination of genotypes of ESR<sup>BB</sup>FSH $\beta$ <sup>BB</sup>.*

**Key words:** gene, polymorphism, genotype, reproductive traits.

*Authors:*

**Epishko Olga** — PhD, Department of DNA-technology Grodno State Agrarian University, 230008, Grodno, Belarus, Tereshkova st. 28; e-mail: labgen@mail.ru;

**Pestis Vitold** — Dr. Habil. (Agr. Sci.), professor, an Associate Member of National Academy of Sciences, a honored worker of education of the Republic of Belarus, Grodno State Agrarian University, 230008, Grodno, Belarus, Tereshkova st. 28; e-mail: labgen@mail.ru;

**Kuzmina Tatiana** — Dr. Habil. (Biol. Sci.), Professor, Head of Laboratory of Developmental Biology, RRIFAGB; e-mail: prof.kouzmina@mail.ru;

**Stefanova Vera** — PhD, Institute of Cytology Russian Academy of Sciences, Russia, 194064, S-Petersburg, Tihoretsky av. 4; e-mail: vestefan@mail.ru.

## References

1. Raspredelenie ESR-genotipov v populjacijah svinej raznyh porod i ih asociacija s urovnem ovuljaciony u svinomatok / V. N. Balackij [i dr.] // Visnik agrarnoi nauki Prichornomor'ja : zb. nauk. prac'. Vyp. 31. — Odessa, 2005. — S. 98–100
2. Gladyr', E. A. Ispol'zovanie markernyh genov v svinovodstve / E. A. Gladyr', R. Ju. Arsienko, V. P. Michurin // DNK-tehnologii v kletочноj inzhenerii i markirovanie priznakov sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh. — Dubrovicy, 2001. — S. 64–67.
3. Kunaeva, E. K. Ispol'zovanie gena follikulostimulirujushhego gormona beta-sub'edinicy (FSHB) kak geneticheskogo markera molochnosti v svi-novodstve / E. K. Kunaeva, E. A. Gladyr', N. A. Zinov'eva // Sb. nauch. tr. mezhregional'noj nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh, aspirantov i studentov. — Cheboksary: OOO «Poligraf», 2006. — S. 204–205
4. Analysis of prolificacy in sows of hyperprolific lines of Large White breed / V. Matousek [et al.] // J. Anim. Sci. — 2005. — Vol. 50, № 4. — P. 155–162.
5. Effect of RYR1 and ESR genotypes on the fertility of sows of Large White breed in elite herds / V. Matousek [et al.] // Czech J. Anim. Sc. — 2003. — Vol. 48, N. 3. — R. 129–133.
6. Effect of the estrogen receptor locus on reproduction and production traits in four commercial pig lines / T. H. Short [et al.] // J. Anim. Sc. — 1997. — Vol. 75, N 12. — R. 3138–3142.
7. Follicle Selection in Cattle: Role of Luteinizing Hormone Follicle Selection in Cattle / O. J. Ginther [et al.] // Biol. Reprod. — 2001. — Vol. 64. — P. 197–205.
8. Genetic Polymorphism of prolactin receptor gene in nong cai pig / Nguyen Thi Dieu Yhuy [et. al.] // Nong Lam University Ho Chi Minh City, Oct 20-21. — 2006. — P. 137–142.
9. PCR amplification and physical localization of pig FSH $\beta$  and LHB / C. Mellink [et al.] // Cytogenet. Cell. Genet. — 1995. — Vol. 70. — P. 224–227.
10. The prolactin receptor gene is associated with increased litter size in pigs / A. L. Vincent [et al.] // Proc. 6th World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod. — Armidale, 1989. — P. 15–18.
11. Zinov'eva, N. A. Metody issledovanij v biotehnologii sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh: shk.-praktikum. Vyp. 3 / N. A. Zinov'eva, E. A. Gladyr' ; pod red. N. A. Zinov'evoj. — Dubrovicy: VIZh, 2004. — 60 s.
12. Rothschild, M. F. The estrogen receptor locus is associated with a major gene influencing litter size in pigs / M. F. Rothschild // Proc. Natl. Acad. Sci. USA — 1993. — P. 201–205.
13. Short, T. H. Effect of estrogen receptor locus on reproduction and production traits in four commercial pig lines / T. H. Short // J. Anim. Sc. — 1997. — Vol. 75, № 12. — P. 3138–3142.
14. Rohrer, G. A. Mapping the subunit of follicle stimulating hormone / G. A. Rohrer, L. T. Alexander, C. W. Beattie // Mammalian Genome. — 2004. — Vol. 5. — P. 315–317.
15. Brjem, G. Ispol'zovanie v selekcii svinej molekularnoj gennoj diagnostiki zlokachestvennogo gipertermicheskogo sindroma (MHS) / G. Brjem, B. Brening // Genetika. — 1993. — T. 29, № 6. — C. 1009–1013.