

ОТБОР СВИНОМАТОК ПО ГЕНЕТИЧЕСКИМ МАРКЕРАМ И ИНДЕКСУ BEST LINEAR UNBIASED PREDICTION (BLUP)

А.А. НОВИКОВ¹, Е.Н. СУСЛИНА¹, Г.С. ПОХОДНЯ², Д.Г. ШИЧКИН¹,
Я.А. ХАБИБРАХМАНОВА¹, Н.В. БАШМАКОВА¹

(¹ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела»;
² ФГБОУ «Белгородский аграрный университет им. В.Я. Горина»)

Проведены исследования по влиянию генотипов рецептора эстрогена (ESR), пролактина (PRLR) и рианодина (RYR-1) на племенную ценность свиноматок, оцененных методом BLUP пород крупная белая, ландрас и дюрок, для использования результатов в разработке региональной системы гибридизации в свиноводстве Белгородской области. Выявлено достоверное влияние «желательных» генотипов BB и AB гена ESR у свиноматок крупной белой породы и «желательного» генотипа BB гена RPLR у свиноматок пород ландрас и дюрок на материнский индекс BLUP.

Ключевые слова: «желательные» генотипы BB и AB гена ESR, «желательный» генотип BB гена RPLR, материнский индекс, BLUP.

Введение

Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы предусматривается обеспечение стабильного роста производства сельскохозяйственной продукции, полученной за счет применения отечественной племенной продукции, а также за счет внедрения технологий производства племенной продукции по направлениям отечественного животноводства, имеющим в настоящее время высокую степень зависимости от племенной продукции иностранного производства.

Успешное решение поставленных задач во многом определяется организацией селекционно-племенной работы, направленной на развитие и совершенствование метода гибридизации – в частности, совершенствование и создание новых отечественных пород, типов и специализированных линий, хорошо сочетающихся при скрещивании.

Создание высокоспециализированных линий (типов) свиней, обладающих повышенными продуктивными и потребительскими качествами, в настоящее время невозможно без использования современных достижений в области генетики животных и точной технологии их оценки (BLUP).

Для создания специализированных линий свиней широко используются новые подходы, основанные на применении генетических маркеров признаков продуктивности. Маркирование признаков на уровне генотипа в дополнение к традиционным классическим методам селекции с применением системы точного высокотехнологического метода оценки животных (BLUP) является научной новизной настоящей работы, позволяя значительно повысить эффективность селекционно-племенной работы и достичь желаемого результата уже в течение нескольких генераций.

Таким образом, маркерная селекция представляет собой интегрированный подход, тесно связанный с целями производства и рынка.

Данный подход является перспективным для признаков, имеющих низкую наследуемость и проявления, ограниченные полом, – таких, как, например,

репродуктивные признаки. Благодаря большой роли, которую играют репродуктивные признаки в эффективности животноводства, многие исследования сфокусированы на изучении генов, влияющих на эти характеристики. Наиболее тесная ассоциация с репродуктивными признаками (в частности, с многоплодием свиноматок) установлена для генов рецепторов эстрогена (ESR) [2, 3, 6, 13, 18, 19, 20], пролактина (PRLR) [5, 11, 12, 14, 15, 17] и рианоина (RYR1) [7, 8, 10]. Однако в работах других авторов встречаются иные результаты.

В исследованиях (Drogemuller C. et. al., 2001) на хряках немецкой селекции линий ландраса и дюрка достоверная связь между аллелями локуса гена ESR и такими показателями, как количество рожденных живыми поросят, толщина шпика или среднесуточный прирост, не была выявлена. Ген ESR не может быть использован в качестве молекулярно-генетического маркера плодовитости у свиней зарубежной селекции, так как аллель В гена ESR у большинства североамериканских и европейских пород отсутствует.

В работах отечественных исследователей также изучалась связь генотипа по локусу гена ESR с воспроизводительными признаками у свиней различных пород. По данным исследований П.А. Волкова и др. (2003) [2], в породах белорусская мясная, эстонская беконная и в синтетической популяции животные с типами АВ и ВВ по многоплодию превосходили животных с генотипами АА. Как считает П.А. Волков, Л.А. Калашниковой (2003) [2] справедливо замечено: «... масштабы экспериментов должны соответствовать масштабам рекомендаций по внедрению их результатов. Внедрение ДНК-маркеров следует рекомендовать в рамках той породы (внутрипородной структуры) и популяции, в которых проводились опыты по оценке связи аллельных вариантов с продуктивными признаками, поскольку в иных условиях результаты внедрения разработки по генетическому маркированию могут дать иной результат».

Исходя из вышесказанного целью данной работы является изучение влияния генотипов рецептора эстрогена (ESR), рецептора пролактина (PRLR) и рецептора рианоина (RYR1) на племенную ценность свиноматок пород крупная белая, ландрас, дюрок для использования результатов в разработке региональной системы гибридизации в свиноводстве Белгородской области.

Методика исследований

Работа выполнена на базе СПК «Колхоз им. Горина» Белгородской области и лаборатории ДНК-технологий ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» в 2020 г.

Объектом научных исследований стали пробы крови свиноматок: пород крупная белая, ландрас, дюрок. Необходимость использования свиней разных пород была обусловлена исследованием влияния разных генетических структур, животных с различным набором генов для изучения их детерминационных свойств как на индивидуальном, так и на популяционном уровнях.

Исследования генов ESR, PRLR, RYR1 проводили методом ПЦР-ПДРФ. Для амплификации использовали соответствующие праймеры:

ESR: 5' – CCT GTT TTT ACA GTG ACT TTT ACA GAG-3';

ESR: 5' – CAC TTC GAG GGT CAG TCC AAT TAG-3' (Short T.H., 1997);

PRLR: 5' – CGG CCG CAG AAT CCT GCT TGC-3';

PRLR: 5' – ACC CCA CCT TGT AAC CCA TCA TCC-3' (Linville R.C., 2001);

RYR1: 5' – GTGCTGGATGTCCTGTGTTCCCT-3';

RYR1: 5' – CTGGTGACATAGTTGATGAGGTTTG-3' (Брэм Г., Бренинг Б., 1993).

При проведении ПЦР (35 циклов) применяли следующие температуры отжига: ESR – 55°, PRLR – 55°, RYR1–60°. Полученные амплификаты гена ESR расщепляли эндонуклеазой PvuII, PRLR – AluI, RYR1 – Hin61.

Число и длину полученных фрагментов рестрикции определяли электрофоретически в 4%-ном агарозном геле и анализировали с помощью компьютерной системы гель-документирования.

Таблица 1

Характеристика фрагментов рестрикции аллельных вариантов

Генотип <u>ESR</u>	Амплификат	Длина фрагментов рестрикции PvuII (п.н)
AA	120	120
AB	120	120,65,55
BB	120	65,55
Генотип <u>PRLR</u>	Амплификат	Длина фрагментов рестрикции AluI (п.н)
AA	170	170, 127
AB	170	170 слабая, 127, 92, 35
BB	170	92, 35 (м.б. слабая 170)
Генотип <u>RYR1</u>	Амплификат	Длина фрагментов рестрикции Hin61 (п.н)
NN	134	84, 50
Nn	134	134, 84
nn	134	50

Таблица 2

Схема эксперимента

Опытные группы животных		
I	II	III
Свиноматки крупной белой породы	Свиноматки породы ландрас	Свиноматки породы дюрок
Исследуемые показатели		
Гены ESR, PRLR, RYR1 Генотипы AB, BB, AA, NN, Nn, nn EBV (многоплодие, кол-во голов к отъему в 30 дней) Средний материнский индекс BLUP	Гены ESR, PRLR, RYR1 Генотипы AB, BB, AA, NN, Nn, nn EBV (многоплодие, кол-во голов к отъему в 30 дней) Средний материнский индекс BLUP	Гены ESR, PRLR, RYR1 Генотипы AB, BB, AA, NN, Nn, nn EBV (многоплодие, кол-во голов к отъему в 30 дней) Средний материнский индекс BLUP

Мероприятия:

1. Формирование опытных групп животных.
 - 1.1. Отбор животных материнского стада (крупная белая порода).
 - 1.2. Отбор животных отцовских стад (породы ландрас и дюрок).
 - 1.3. Оценка животных материнского и отцовских стад методом BLUP.
2. Аттестация животных по группам крови, определение типа крови, генного разнообразия и уровня гомозиготности.
3. Геномный анализ, выявление генов-кандидатов продуктивных качеств.
4. Ассоциативный анализ генетических данных животных и оценка их племенной ценности методом BLUP.

Проведение ДНК-анализа осуществляли на основе методических указаний на мировом уровне, с учетом требований на уровне ЕЭК (Евразийской экономической комиссии и ISAG).

Результаты и их обсуждение

1. Формирование опытных групп животных
2. Аттестация опытных групп свиноматок по данным генома животных

В целях изучения генетической ситуации в стадах опытных групп свиней была проведена аттестация отобранных для эксперимента свиней по группам крови и генам-кандидатам, маркирующим продуктивные качества и стрессоустойчивость.

Всего для эксперимента было отобрано 157 свиноматок, из них: 109 гол. – крупной белой породы (общий индекс продуктивности – 111,6); 28 гол. породы ландрас (общий индекс продуктивности – 110,3); 20 гол. породы дюрок (общий индекс продуктивности – 103,5).

3. Геномный анализ, выявление генов-кандидатов продуктивных качеств

Исследования генома животных методом ПЦР провели по генам RYR-1, ESR и PRLR. Данные гены характеризуют стрессоустойчивость и воспроизводительные качества животных, что особенно важно для увеличения выхода деловых поросят на одну свиноматку в год. Данные анализа по 157 свиноматкам представлены в приложениях 1–3.

Исходя из данных в приложениях 1–3 животные всех опытных групп имели стрессоустойчивый по гену RYR-1 генотип NN и различные генотипы по генам ESR и PRLR.

Данные о встречаемости генов представлены в таблицах 3–5 и в диаграммах по аллелям и генотипам. Как показывают результаты частоты встречаемости генотипов, генов и их аллелей с вероятностью ожидаемой и фактической частоты встречаемости аллелей, значения по изучаемым группам как по породам, так и по каждому животному разные. А это значит, что представленные в таблицах данные можно использовать в селекционной работе.

Таблица 3

Частота встречаемости генотипов и аллелей ESR

Ген ESR	n	AA	AB	BB	AA	AB	BB	A	B	Не ожд.	Но набл.	S ошибка ±H
		гол.	гол.	гол.	%	%	%					
крупная белая	109	26	64	19	24	59	17	0,532	0,468	0,497	0,59	0,0046
ландрас	20	14	6	-	70	30	-	0,85	0,15	0,255	0,30	0,0178
дюрок	28	19	9	-	68	32	-	0,839	0,161	0,27	0,32	0,0131

Таблица 4

Частота встречаемости генотипов и аллелей PRLR

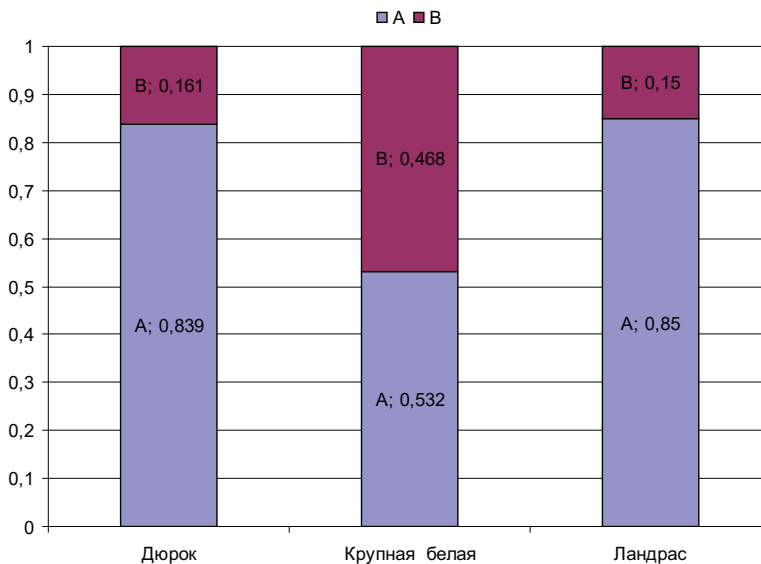
Ген PRLR	n	AA	AB	BB	AA	AB	BB	A	B	Не ожд.	Но набл.	S ошибка ±H
		гол.	гол.	гол.	%	%	%					
крупная белая	109	26	67	16	24	61	15	0,546	0,454	0,454	0,61	0,0045
ландрас	20	2	6	12	10	30	60	0,25	0,75	0,375	0,30	0,0216
дюрок	28	7	14	9	25	46	29	0,482	0,518	0,499	0,46	0,0178

Таблица 5

Частота встречаемости генотипов и аллелей RYR1

Ген	n	NN	Nn	nn	NN	Nn	nn	N	n	Не ожд.	Но набл.	S ошибка ±H
		гол.	гол.	гол.	%	%	%					
RYR1	157	157	0	0	100	0	0	1	0	0	0	-

RYR1 – все с генотипом NN, аномального n аллеля не выявлено.

**Рис. 1.** Частота встречаемости аллелей ESR

Селекция с помощью маркеров (MAS – Marker Assisted Selection), в основе которой лежит определение генотипов животных по генам, ассоциированным с хозяйственно полезными признаками, позволяет прогнозировать продуктивность животных и значительно ускорить их отбор по продуктивным качествам.

Среди генов, полиморфизм, которых ассоциирован с показателями воспроизводительных функций свиней, наиболее изученными являются гены рецепторов

эстрогена (ESR) и пролактина (PRLR), которые локализованы на хромосомах 1 (p2.5-p2.4) и 16 (q1.4, или q2.1-q2.2) соответственно.

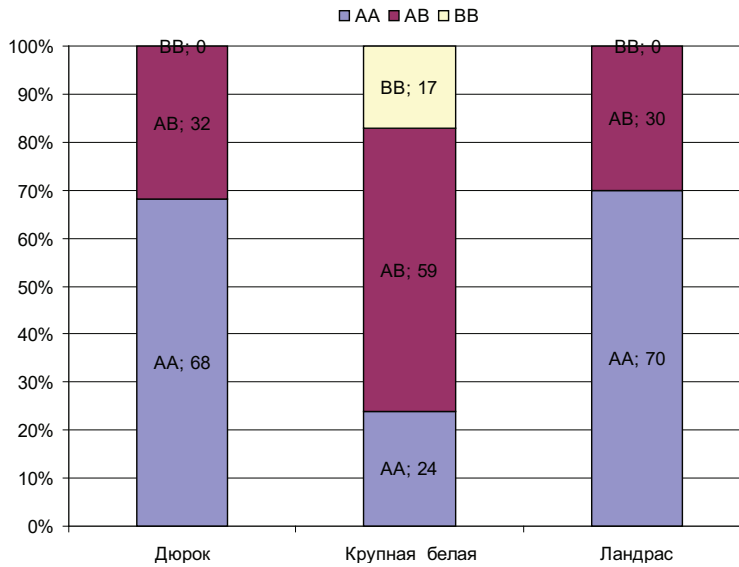


Рис. 2. Частота встречаемости генотипов ESR

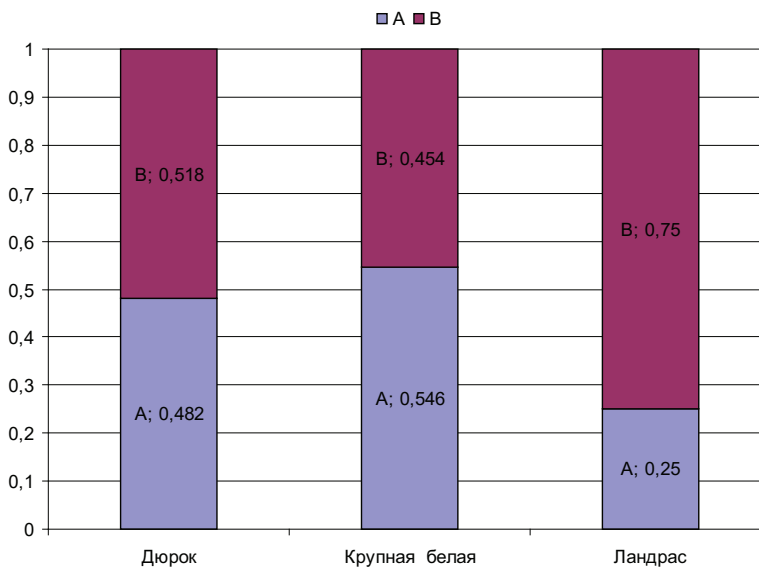


Рис. 3. Частота встречаемости аллелей PRLR

Установлена и проанализирована генетическая структура свиней СПК «Колхоз имени Горина» пород дюрок, крупная белая, ландрас по генам ESR, PRLR, RYR1.

По результатам исследований гена ESR у свиней СПК «Колхоз имени Горина» Белгородской области выявлены генотипы AA, AB, BB. Генотип BB обнаружен только у свиней крупной белой породы в 17% случаев. Считается, что свиноматки с генотипом ESR^{BB} имеют более высокие показатели воспроизводительных качеств. Генотип AB выявлен у всех трех пород. Наибольшими носителями ESR^{AB} были свиньи крупной белой породы – в 59% случаев. Свиноматки породы ландрас и дюрок

имели частоту 30% и 32%, соответственно. Генотип AA гена ESR преобладал в породах ландрас (70%) и дюрок (68%) в отличие от крупной белой, в которой данный генотип встречается в 24% случаев. Частота аллеля В гена ESR у свиней крупной белой породы была в 3 раза больше (0,468), чем у свиней пород ландрас и дюрок (0,150 и 0,160 соответственно).

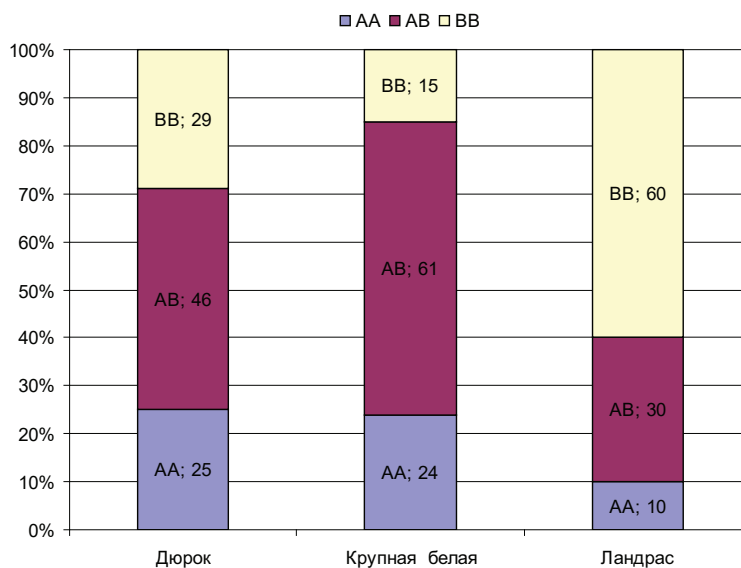


Рис. 4. Частота встречаемости генотипов PRLR

Генотип BB гена PRLR является «желательным», у свиноматок он связан с большим количеством поросят при рождении и многоплодием. У свиней СПК «Колхоз имени Горина» по гену PRLR частота генотипа BB находилась в пределах от 15 до 60%. Желательным генотипом BB гена PRLR обладали 60% ландрасов в отличие от крупной белой породы (15%) и породы дюрок (29%). В исследованных породах свиней 30% свиней породы ландрас имели генотип PRLR^{AB}; 25% животных – породы дюрок; 24% – крупной белой с генотипом PRLR^{AA}. Аллель А гена PRLR встречался чаще у свиней породы дюрок (0,482) и крупной белой (0,546).

Ген рецептора рианоина RYR1 – маркер на устойчивость к стрессу. В стаде свиней СПК «Колхоз имени Горина» не выявлены генотипы Nn и nn, которые вызывают у свиней стресс-синдром. У исследованных животных не выявлен n аллель, и они являются здоровыми (NN).

Изучена ожидаемая и наблюдаемая гетерозиготность стада свиней СПК «Колхоз имени Горина» Белгородской области. Ожидаемая (expected) гетерозиготность (He), или генное разнообразие по M. Nei, – это ожидаемая вероятность того, что особь будет гетерозиготна по соответствующему локусу в мультилокусных системах (для всех анализируемых локусов). Значения для He и Ho варьируют от 0 (нет гетерозиготности) до 1 (большое число аллелей с равной частотой встречаемости). Ожидаемую гетерозиготность обычно определяют, когда описывают генетическое разнообразие, поскольку она менее чувствительна к размеру выборки, чем наблюдаемая гетерозиготность (Ho). Если Ho и He схожи (достоверно не различаются), то скрещивание в популяции происходит практически случайно. При Ho < He популяция инбредная. Если Ho > He, то в популяции система случайного скрещивания преобладает над инбридингом.

В результате анализа гетерозиготности свиней СПК «Колхоз имени Горина» по породам и генам установили, что у свиней пород дюрок и ландрас наблюдается низкая гетерозиготность, менее 0,5 по генам ESR, PRLR. Это значит, что исследованное стадо инбредное и однообразное. В крупной белой породе гетерозиготность по изученным генам ближе к 0,5 – ситуация в породе лучше, животные по генам разнообразнее и с низкой инбредностью.

Генотип BB, «желательный» по гену PRLR, обнаружен у всех пород, но только у ландрасов (60% с частотой В аллеля) – 0,75. Желательные генотипы АВ и ВВ гена ESR выявлены только в крупной белой породе, частота В аллеля равна 0,468.

4. Ассоциативный анализ генетических данных животных и оценка их племенной ценности методом BLUP

По результатам геномной оценки у сформированных групп свиноматок крупной белой породы (109 гол.), породы ландрас (20 гол.) и породы дюрок (28 гол.) была проанализирована связь «желательных» генотипов АВ и ВВ гена ESR со средней продуктивностью крупной белой породы и со средней продуктивностью «желательного» генотипа ВВ по гену PRLR в породах ландрас и дюрок, оцененных по методу BLUP.

Средняя продуктивность свиноматок крупной белой породы составила: многоплодие – 12,5 гол., количество поросят в 30 дней – 9,7 гол. Средний материнский индекс BLUP по группе составил 112,6 (табл. 6). Количество свиноматок крупной белой породы с желательными генотипами ВВ и АВ составило 19 гол. и 64 гол. соответственно. Количество свиноматок с «нежелательным» генотипом АА составило 26 гол.

Таблица 6

**Частота встречаемости генотипов гена ESR
и средний материнский индекс BLUP у свиноматок крупной белой породы**

Ген ESR	n	ВВ	АВ	АА
		гол/%	гол/%	гол/%
	109	19/17,4	64/58,7	26/23,9
Средний индекс BLUP по группам	112,6	120,25	111,0	106,6
Средний EBV (многоплодие)	5,23	5,32	5,30	5,00
Средний EBV (кол-во голов к отъему в 30 дней)	4,15	4,63	4,11	3,88

Средний материнский индекс продуктивности свиноматок крупной белой породы с «желательными» генотипами ВВ и АВ составил в среднем по генотипам 120,25 и 111,0. По «нежелательному» генотипу АА индекс равен 106,6, что на 14,19 и 4,94 меньше, чем у свиноматок с «желательными» генотипами ВВ и АВ.

Количество свиноматок с «желательным» генотипом ВВ по гену PRLR в породе ландрас составило 12 гол. Их средний материнский индекс равнялся 109,9. По «нежелательному» генотипу АА величина индекса – 117,8, что на 7,9 больше, чем у свиноматок с «желательным» генотипом ВВ (табл. 7).

Количество свиноматок с желательным генотипом ВВ по гену PRLR в породе дюрок (28 гол.) составило 8 гол. Средний материнский индекс равен 108,7. По «нежелательному» генотипу АА средний индекс BLUP составил 99,4, что на 4,1 меньше, чем вся величина индекса генотипа ВВ (табл. 8).

**Частота встречаемости генотипов гена PRLR
и средний материнский индекс BLUP у свиноматок породы ландрас**

Ген PRLR	n	BB	AB	AA
		гол/%	гол/%	гол/%
	20	12/60,0	6/30,0	2/10,0
Средний индекс BLUP по группам	110,3	109,9	108,5	117,8
Средний EBV (многоплодие)	4,60	4,19	4,58	5,81
Средний EBV (кол-во голов к отъему в 30 дней)	4,91	4,67	4,44	6,07

Таблица 8

**Частота встречаемости генотипов гена PRLR
и средний материнский индекс BLUP у свиноматок породы дюрок**

Ген PRLR	n	BB	AB	AA
		гол/%	гол/%	гол/%
	28	8/28,6	13/46,4	7/25,0
Средний индекс BLUP по группам	103,5	108,7	102,4	99,4
Средний EBV (многоплодие)	3,61	3,69	3,99	2,80
Средний EBV (кол-во голов к отъему в 30 дней)	3,79	4,46	3,68	3,23

Выводы

1. «Желательные» генотипы AB и BB гена ESR были выявлены только у крупной белой породы, частота B аллеля составила 0,468. «Желательным» генотипом BB гена PRLR обладают 60% свиноматок породы ландрас, 29% – породы дюрок и 15% – крупной белой породы.

2. В стаде свиней СПК «Колхоз имени Горина» не выявлены генотипы Nn, nn, которые вызывают у свиней стресс-синдром. Все животные здоровые (NN) и не являются носителями n аллеля.

3. Исследования показали, что влияние генотипов BB и AB гена ESR на материнский индекс достаточно велико у крупной белой породы. Свиноматки с генотипами BB и AB имеют материнский индекс 120,25 и 111,0, что соответственно выше на 14,19 и 4,94, чем у свиноматок с «нежелательным» генотипом AA (106,06).

4. Исследования показали, что влияние «желательного» генотипа BB гена PRLR на средний материнский индекс BLUP по породам ландрас и дюрок является положительным.

5. Отбор свинок в 28–30 дней по «желательным» генотипам BB и AB гена ESR при селекции свиней крупной белой породы на повышение многоплодия будет

в большей степени способствовать увеличению в стаде количества свиноматок с генотипами ВВ и АВ гена ESR, а у свиней породы ландрас и дюрок – отбор по «желательному» генотипу ВВ гена PRLR, что приведет к увеличению материнского индекса BLUP в породах крупная белая, ландрас и дюрок в более короткие сроки.

Библиографический список

1. Брэм Г. Использование в селекции свиней молекулярной генной диагностики злокачественного гипертермического синдрома (MHS) / Г. Брэм, Б. Бренинг // Генетика. – 1993. – Т. 29. – № 6. – Р. 1009–1013.
2. Волкова П.А. Изучение полиморфизма гена эстрогенового рецептора ESR у свиней различных пород / П.А. Волкова, Е.А. Гладырь, Р.А. Лобан и др. // Материалы Международной научной конференции «Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных». – Дубровицы: ВИЖ, 2003. – С. 92–95.
3. Журина Н.В. Использование гена эстрогенового рецептора в качестве маркера размера гнезда свиноматок // Тезисы докладов XIII Международной конференции «Пути интенсификации отрасли свиноводства в странах СНГ». – Жодино, 2006. – С. 49–50.
4. Калашников А.Е. Формирование матриц линейной модели прогноза с данными по генотипированию животных / А.Е. Калашников, Л.А. Калашникова, Й. Пжибыл, А.А. Новиков // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора сельскохозяйственных наук, профессора Муслимова Б.М. – 2018. – С. 399–403.
5. Клименко А.И. Породная дифференциация желательных генотипов гена PRLR у свиней / А.И. Клименко, А.Ю. Колосов, М.А. Леонов, Л.В. Гетманцева, С.Ю. Бакоев, А.В. Радюк, Е.А. Романец // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 47 (4). – С. 32–37.
6. Лаломова Е.В. Полиморфизм свиней по генам эстрогенового, пролактинового и рианодинового рецепторов: Автореф. ... канд. биол. наук. – ВНИИплем, 2007. – 21 с.
7. Пестис В.К. Ассоциация полиморфизма гена RYR1 с показателями продуктивных качеств свиней пород, разводимых в Беларуси / В.К. Пестис, О.А. Епишко, Л.А. Танана, Р.И. Шейко // Молодой ученый. – 2015. – № 5.2 (85.2). – С. 33–37.
8. Суслина Е.Н. Оценка племенной ценности свиней с использованием метода BLUR / Е.Н. Суслина, А.А. Новиков, С.Б. Павлова, Н.В. Башмакова, Г.И. Федин, С.И. Алексеев // Известия ТСХА. – 2019. – № 6. – С. 150–161.
9. Суслина Е.Н. Влияние стрессустойчивости и иммуносовместимости животных на сочетаемость при гибридизации / Е.Н. Суслина, А.А. Новиков, Н.В. Башмакова // Инновационное развитие племенного животноводства и кормопроизводства в РФ. – Тверская ГСХА. – 2018. – С. 58–61.
10. Селионова М.И. Продуктивные качества чистопородных и гибридных свиней разных генотипов RYR-1 гена / М.И. Селионова, Т.И. Антоненко, О.В. Плужникова // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных: Сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 20–21.
11. 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 Am. Soc. Anim. Sci. – 2009. – Vol. 60. – Pp. 52–55.
12. Drogemuller C., Hamann H. and Dist O. Candidate gene markers for litter size in different german pig lines // J. Anim. Sci. – 2001. – № . 79. – Pp. 2565–2570.

13. G. Horogh, A. Zsolnai, I. Komiósi, A. Nyíri, I. Anton, L. Fésüs Oestrogen receptor genotypes and litter size in Hungarian Large White pigs // *J. Anim Breed Genet.* – 2005. – Feb. – 122 (1). – Pp 56–61.
14. *Isler B.J.* Examination of relationship between the estrogen reseptor gene and reproductive traits in swine / B.J. Isler, K.M. Irvin, S.M. Neal, S.J. Moeller, N.E. Davis // *J. Anim. Sci.* – 2002. – Vol. 80. – № 9. – Pp. 2334–2339.
15. *Kernerova N.* Role of genetic markers in the prediction of classification of Czech large white gilts to a hyperprolific line / N. Kernerova, V. Matousek, A. Cermakova and M. Forbelska // *J. Arch. Tierzucht.* – 2009 – Vol. 52. – № 1 – Pp. 40–50.
16. *Linville R.C.* Candidate gene analysis for loci affecting litter size and ovulation rate in swine / R.C. Linville, D. Pomp, R.K. Johnson // *J. Anim. Sci.* – 2001. – 79:60–67.
17. *Mihailov N.V.* Associations between PRLR AluI Gene Polymorphism with Reproductive, Growth, and Meat Traits in Pigs / N.V. Mihailov, A.V. Usatov, L.V. Getmantseva, S.U. Bakoev // *J. Cytology and Genetics.* – 2014. – Vol. 48. – № 5. – Pp. 60–64.
18. Panfei Pang, Zhenzhu Li, Hua Hu· Lei Wang· Hua Sun· Shuqi Mei. Fenge Li Genetic effect and combined genotype effect of ESR, FSH β , CTNNAL1 and miR-27a loci on litter size in a Large White population // *Anim Biotechnol.* – 2019. – Oct. – 30 (4). – Pp. 287–292.
19. *Rothschild M.F.* PvuII polymorphisms at the porcine oestrogen receptor locus (ESR) / M.F. Rothschild, R.G. Larson, C. Jacobson, P. Pearson // *Anim. Genet.* – 1991. – 22 (5). – P. 448–449.
20. *Short T.H.* Effect of the ESR Locus on reproduction and production traits in four commercial pig lines / T.H. Short, M.E. Rothschild, O.I. Southwood // *J. Anim. Sci.* – 1997. – 75:3138–3142.

SELECTION OF SOWS BY GENETIC MARKERS AND BLUP INDEX

A.A. NOVIKOV¹, E.N. SUSLINA¹, G.S. POKHODNYA², D.G. SHISHKIN¹,
YA.A. KHABIBRAKHMANOVA¹, N.V. BASHMAKOVA¹

(¹All-Russian Scientific Research Institute of Breeding;
²Belgorod Agrarian University named after V.Ya. Gorina)

The authors conducted studies on the effect of the estrogen receptor (ESR), prolactin receptor (PRLR), and ryanodine receptor (RYR-1) genotypes on the breeding value of sows. Using the BLUP method, they evaluated the indicators of the large white, landrace, and Duroc breeds to develop a regional hybridization system in the pig industry of the Belgorod region. The research determined a significant influence of the “desirable” BB and AB genotypes of the ESR gene in large white sows and the “desirable” BB genotype of the RPLR gene in Landrace and Duroc sows on the maternal BLUP index.

Key words: “desirable” BB and AB genotypes of the ESR gene, “desirable” BB genotype of the RPLR gene, maternal index, BLUP.

References

1. *Brem G., Brening B.* Ispol'zovanie v selektsii sviney molekulyarnoy gennoy diagnostiki zlokachestvennogo gipertermicheskogo sindroma (MHS) [Use of molecular gene diagnosis of malignant hyperthermia syndrome (MHS) in pig breeding]. *Genetika.* 1993; 29; 6: 1009–1013. (In Rus.)

2. *Volkova P.A., Gladyr' E.A., Loban N.A. et al.* Izuchenie polimorfizma gena estrogenovogo retseptora ESR u sviney razlichnykh porod [ESR estrogen receptor gene polymorphism study in pigs of different breeds]. Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya "Sovremennye dostizheniya i problemy biotekhnologii sel'skokhozyaystvennykh zhiivotnykh". Dubrovitsy. VIZH. 2003: 92–95. (In Rus.)

3. *Zhurina N.V.* Ispol'zovanie gena estrogenovogo retseptora v kachestve markera razmera gnezda svinomatok [Using the estrogen receptor gene as a marker of sow nest size]. Tezisy dokladov XIII mezhdunarodnoy konferentsii "Puti intensivatsii otrasli svinovodstva v stranakh SNG". Zhodino. 2006: 49–50. (In Rus.)

4. *Kalashnikov A.E., Kalashnikova L.A., Pzhibyl Y., Novikov A.A.* Formirovanie matrits lineynoy modeli prognoza s dannymi po genotipirovaniyu zhiivotnykh [Formation of linear prediction model matrices with animal genotyping data]. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati doktora sel'skokhozyaystvennykh nauk, professora Muslimova B.M. 2018: 399–403. (In Rus.)

5. *Klimenko A.I., Kolosov A.Yu., Leonova M.A., Getmantseva L.V., Bako-ev S.Yu., Radyuk A.V., Romanets E.A.* Porodnaya differentsiatsiya zhelatel'nykh genotipov gena PRLR u sviney [Pedigree differentiation of desirable prlr gene genotypes in pigs]. Zh. Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki. 2017; 47(4): 32–37. (In Rus.)

6. *Lalomova E.V.* Polimorfizm sviney po genam estrogenovogo, prolaktinovogo i rianodinovogo receptorov: avtoreferat k.b.n.: 06.02.01 [Polymorphism of pigs by estrogen, prolactin and ryanodine receptor genes: Self-review of PhD (Bio) thesis: 06.02.01]. VNIImplem. p. Lesnye Polyany Moskovskoy obl. 2007: 21. (In Rus.)

7. *Pestis V.K., Epishko O.A., Tanana L.A., Sheyko R.I.* Assotsiatsiya polimorfizma gena RYR1 s pokazatelyami produktivnykh kachestv sviney porod, razvodimyykh v Belarusi [Association of RYR1 gene polymorphism with performance of pigs of breeds bred in Belarus]. Molodoy ucheniy. 2015; 5.2 (85.2): 33–37. (In Rus.)

8. *Suslina E.N., Novikov A.A., Pavlova S.V., Bashmakova N.V., Fedin G.I., Alekseev S.I.* Otsenka plemennoy tsennosti sviney s ispol'zovaniem metoda BLUP [Assessing the breeding value of pigs using the BLUP method]. Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2019; 6: 150–161. (In Rus.)

9. *Suslina E.N., Novikov A.A., Bashmakova N.V.* Vliyanie stressustoychivosti i immunosovmestivosti zhiivotnykh na sochetaemost' pri gibridizatsii [Effect of animal stress tolerance and immunocompatibility on combinability in hybridization]. Innovatsionnoe razvitie plemennogo zhiivotnovodstva i kormoproizvodstva v RF. Tverskaya GSKHA. 2018: 58–61. (In Rus.)

10. *Selionova M.I.* Produktivnye kachestva chistoporodnykh i gibridnykh sviney raznykh genotipov RYR-1 gena [Productive qualities of purebred and hybrid pigs of different genotypes of the RYR-1 gene]. V sbornike: Nauchnye osnovy povysheniya produktivnosti sel'skokhozyaystvennykh zhiivotnykh. Sbornik nauchnykh trudov 5-oy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2012: 20–21. (In Rus.)

11. *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 Am. Soc. Anim. Sci. 2009; 60: 52–55.

12. *Drogemuller C., Hamann H., and Dist O.* Candidate gene markers for litter size in different german pig lines. J. Anim. Sci. 2001; 79: 2565–2570.

13. *G. Horogh A. Zsolnai, I. Komiósi, A. Nyíri, I. Anton, L. Fésüs.* Oestrogen receptor genotypes and litter size in Hungarian Large White pigs. J. Anim Breed Genet. 2005 Feb; 122 (1): 56–61.

14. *Isler B.J., Irvin K.M., Neal S.M. Moeller S.J., Davis N.E.* Examination of relationship between the estrogen reseptor gene and reproductive traits in swine. *J. Anim. Sci.* 2002; 80; 9: 2334–2339.
15. *Kernerova N., Matousek V., Cermakova A., and Forbelska M.* Role of genetic markers in the prediction of classification of Czech large white gilts to a hyperprolific line. *J. Arch. Tierzucht.* 2009; 52; 1: 40–50.
16. *Linville R.C., Pomp D., Johnson R.K.* Candidate gene analysis for loci affecting litter size and ovulation rate in swine. *J. Anim. Sci.* 2001; 79: 60–67.
17. *Mikhailov N.V., Usatov A.V., Getmantseva L.V., Bakoev S.U.* Associations between PRLR/AluI Gene Polymorphism with Reproductive, Growth, and Meat Traits in Pigs. *J. Cytology and Genetics.* 2014; 48; 5: 60–64.
18. *Panfei Pang, Zhenzhu Li, Hua Hu, Lei Wang, Hua Sun, Shuqi Mei, and Fenge Li.* Genetic effect and combined genotype effect of ESR, FSH β , CTNNAL1 and miR-27a loci on litter size in a Large White population. *Anim Biotechnol.* 2019 Oct; 30 (4): 287–292
19. *Rothschild M.F., Larson R.G., Jacobson C., Pearson P.* PvuII polymorphisms at the porcine oestrogen receptor locus (ESR). *Anim. Genet.* 1991; 22 (5): 448–449.
20. *Short T.H., Rothschild M.F., Southwood O.I.* Effect of the ESR Locus on reproduction and production traits in four commercial pig lines. *J. Anim. Sci.* 1997; 5: 3138–3142.

Новиков Алексей Алексеевич, руководитель направления «Свиноводство», д-р биол. наук, профессор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» (141212, Российская Федерация, Московская область, Пушкинский р-н, п. Лесные Поляны, ул. Ленина, д. 13; e-mail: vniiplem@mail.ru; тел.: (495) 515–95–57).

Суслина Елена Николаевна, зав. отделом разведения и селекции свиней, д-р с.-х. наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» (141212 Российская Федерация, Московская область, Пушкинский р-н, п. Лесные Поляны, ул. Ленина, д. 13; e-mail: suslina48@mail.ru; тел.: (495) 515–73–94).

Походня Григорий Степанович, профессор кафедры «Зоотехния», д-р биол. наук, ФГБОУ «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина» (308503, Российская Федерация, Белгородская область, Белгородский р-н, п. Майский, ул. Вавилова, д. 1; e-mail: info@bsaa.edu.ru; тел.: (472) 239–22–71).

Шичкин Дмитрий Геннадьевич, старший научный сотрудник лаборатории гибридизации и оценки свиней, канд. с.-х. наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» (141212, Российская Федерация, Московская область, Пушкинский р-н, п. Лесные Поляны, ул. Ленина, д. 13; e-mail: suslina48@mail.ru; тел.: (495) 515–73–94).

Хабибрахманова Язиля Аминовна, старший научный сотрудник лаборатории ДНК-технологий, канд. биол. наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» (141212, Российская Федерация, Московская область, Пушкинский р-н, п. Лесные Поляны, ул. Ленина, д. 13; e-mail: hyazilya@bk.ru; тел.: (495) 515–95–57).

Башмакова Наталия Владимировна, научный сотрудник лаборатории гибридизации и оценки свиней, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» (141212, Российская Федерация, Московская область, Пушкинский р-н, п. Лесные Поляны, ул. Ленина, д. 13; e-mail: suslina48@mail.ru; тел.: (495) 515–73–94).

Aleksei A. Novikov, Head of the Pig Breeding Department, Professor, DSc (Ag), All-Russian Scientific Research Institute of Breeding (13 Lenina Str, v. Lesnyye Polyany, Pushkin district, Moscow region (141212, Russian Federation; phone: (495) 515–95–57; E-mail: vniiple@mail.ru).

Elena N. Suslina, Head of The Pig Breeding and Selection Department, DSc (Ag), All-Russian Scientific Research Institute of Breeding (13 Lenina Str, v. Lesnyye Polyany, Pushkin district, Moscow region (141212, Russian Federation; phone: (495) 515–73–94; E-mail: suslina48@mail.ru).

Grigory S. Pokhodnya, Professor, the Department of Animal Science, DSc (Bio), Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin (1 Vavilova Str., settlement Maysky, Belgorodsky district, Belgorod region (308503, Russian Federation; phone: (472) 239–22–71; E-mail: info@bsaa.edu.ru).

Dmitry G. Shichkin, Senior Research Associate, the Laboratory of Pig Hybridization and Evaluation, PhD (Ag), All-Russian Scientific Research Institute of Breeding (13 Lenina Str, v. Lesnyye Polyany, Pushkin district, Moscow region (141212, Russian Federation; phone: (495) 515–73–94; E-mail: suslina48@mail.ru).

Yazilya A. Khabibrakhmanova, Senior Research Associate, the Laboratory of DNA Technologies, PhD (Ag), All-Russian Scientific Research Institute of Breeding (13 Lenina Str, v. Lesnyye Polyany, Pushkin district, Moscow region (141212, Russian Federation; phone: (495) 515–95–57; E-mail: hyazilya@bk.ru).

Natalia V. Bashmakova, Research Associate, the Laboratory of Pig Hybridization and Evaluation, All-Russian Scientific Research Institute of Breeding (13 Lenina Str, v. Lesnyye Polyany, Pushkin district, Moscow region (141212, Russian Federation; phone: (495) 515–73–94; E-mail: suslina48@mail.ru).