

Минск, 1998. – 38 с.

11/ Роль наномолярных концентраций эндогенных порфиринов в реализации регуляторного действия низкоинтенсивного лазерного излучения на сперму животных / В. Ю. Плавский, А. И. Третьякова, А. В. Микулич [и др.] // Фотон-экспресс. – 2023. – № 6(190). – С. 29-30. – DOI 10.24412/2308-6920-2023-6-29-30.

Поступила 12.03.2024 г.

УДК 636.4.082.251

О.Я. ВАСИЛЮК, И.Ф. ГРИДЮШКО, И.П. ШЕЙКО,
А.А. БАЛЬНИКОВ

ВЗАИМОСВЯЗИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ПРОДУКТИВНОСТИ СВИНЕЙ МАТЕРИНСКИХ ПОРОД И ИХ ЛИНИЙ

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

В настоящее время появилась возможность идентификации генов, напрямую или косвенно связанных с хозяйственно-полезными признаками. Выявление предпочтительных с точки зрения селекции вариантов таких генов у свиней позволяет проводить селекцию непосредственно на уровне ДНК. Целью научной работы было установить взаимосвязи количественных признаков продуктивности свиней материнских пород и их линий, определённых по микросателлитам и генам-маркерам продуктивных качеств. В ходе исследований установлено, что генетические расстояния между отцовскими и материнскими линиями хряков материнских пород существенно отличаются. Так, у хряков отцовских генотипов генетические расстояния между линиями короче на 0,09. Животные отцовских генотипов характеризуются генетическим сходством. Проводимая с этими генотипами селекционная работа по повышению мясо-откормочных качеств повлияла на частоту встречаемости желательного аллеля А гена IGF-2, определяющего откормочные качества, которая у них значительно выше (на 0,33 доли от единицы), чем у животных материнских генотипов.

Ключевые слова: селекция, индексы, продуктивные качества, заводская линия, белорусская крупная белая, белорусская черно-пестрая породы свиней, белорусский заводской тип породы йоркшир, гены-маркеры продуктивных качеств, микросателлиты.

**INTERRELATIONSHIPS OF QUANTITATIVE TRAITS OF
PRODUCTIVITY OF MATERNAL BREED PIGS
AND THEIR LINES**

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

It is now possible to identify genes directly or indirectly associated with economically useful traits. Identification of preferred variants of such genes in pigs from the point of view of selection allows selection directly at the DNA level. The aim of the scientific work was to establish interrelationships of quantitative traits of productivity of maternal breed pigs and their lines determined according to microsatellites and genetic markers of production traits. This research found that the genetic distances between paternal and maternal lines of boars of maternal breeds differed significantly. Thus, in boars of paternal genotypes, genetic distances between lines were shorter by 0.09. Animals of paternal genotypes were characterized by genetic similarity. The selection work carried out with these genotypes to improve meat-and-fattening traits influenced the frequency of occurrence of the desired IGF-2 gene allele A responsible for fattening traits, which was significantly higher in them (by 0.33 shares per unit) than in animals of maternal genotypes.

Keywords: selection, indices, production traits, stud line, Belarusian Large White, Belarusian Black-and-White, Belarusian stud type of Yorkshire breed, genetic markers of production traits, microsatellites.

Введение. Материнские породы свиней хорошо приспособлены к местным условиям производства свиноводческой продукции, отличаются высоким многоплодием (11-14 поросят), крупноплодностью (масса одного поросёнка при рождении – 1,1-1,3 кг), молочностью (50-60 кг). В Республике Беларусь плановыми материнскими породами являются: белорусская крупная белая и белорусский заводской тип свиней породы йоркшир. Эти породы в настоящее время используются в системах промышленного скрещивания и гибридизации [1].

Основным методом чистого разведения было и остаётся разведение по линиям. Линия – генетически однородная группа животных, происходящая от одного или нескольких родоначальников. Перевод свиноводства на промышленную основу показал, что его эффективность возрастает, если разводятся не породы вообще, а определённые, изолированные их линии [2].

Важной задачей в свиноводстве является разработка приёмов контроля чистопородности племенных животных. Современные технологии промышленного производства свинины основаны на получении

эффекта гетерозиса от скрещивания специализированных пород при сочетании чистых линий. В то же время необходимы новые методы оценки гетерогенности подборов родительских пар, направленных на обеспечение стабильной передачи потомству продуктивных признаков при снижении их вариабельности.

В настоящее время, в связи с развитием молекулярной генетики и геной зооинженерии, появилась возможность идентификации генов, напрямую или косвенно связанных с хозяйственно-полезными признаками (геномный анализ). Выявление предпочтительных с точки зрения селекции вариантов таких генов у свиней позволяет, наряду с традиционным отбором по фенотипу, проводить селекцию непосредственно на уровне ДНК (маркер-зависимая селекция) [3].

На основании собственных исследований и литературных источников выявлены гены, оказывающие наибольшее влияние на продуктивные качества животных. Это ген ESR (воспроизводительные качества), ген IGF-2 (откормочные и воспроизводительные качества), гены H-FABP и RYR 1 (мясные качества) [4, 5, 6, 7].

Также к числу перспективных приёмов можно отнести использование микросателлитов – тандемно расположенных коротких некодирующих повторяющихся последовательностей ДНК, равномерно расположенных по всему геному. Благодаря высокой степени полиморфизма и менделевскому типу наследования микросателлиты представляют собой идеальные ДНК-маркеры у млекопитающих [8].

Микросателлитный анализ остаётся бесценным генетическим инструментом для установления родства, идентификации и чистопородности животных (по Nei M.), а также для картирования и оценки потоков генов между популяциями (оценка Nm) [9].

Вовлечение в исследование большого числа географически изолированных популяций позволит дать наиболее полную характеристику аллелофонда пород. Микросателлитные профили могут быть использованы в качестве критерия оценки состояния и степени родства популяций внутри пород и отражать их происхождение [10].

Целью исследований было установление взаимосвязей количественных признаков продуктивности свиней материнских пород и их линий, определённых по микросателлитам и генам-маркерам продуктивных качеств.

Материалы и методика исследований. Научно-исследовательская работа проводилась в сельскохозяйственном филиале СГЦ «Заднепровский» ОАО «Оршанский комбинат хлебопродуктов», ОАО «СГЦ «Заречье», ОАО «СГЦ «Западный», ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита».

Объектом исследований являлись популяции чистопородных

животных пород белорусской крупной белой, белорусской чёрно-пёстрой и белорусского заводского типа свиной породы йоркшир.

Оценка воспроизводительных качеств свиноматок осуществлялось путём расчёта индекса воспроизводительных качеств (ИВК) по формуле:

$$\text{ИВК} = 1,1 \times X_1 + 0,3 \times X_2 + 3,3 \times X_3 + 0,67 \times X_4,$$

где X_1 – многоплодие (количество живых поросят); X_2 – масса поросят в 21 день (молочность); X_3 – количество поросят при отъёме (голов); X_4 – масса гнезда при отъёме (кг) [11].

Оценка откормочных и мясных качеств молодняка проводилась путём расчёта индекса мясо-откормочных качеств (ИМОК) по формуле:

$$\text{ИМОК} = 1,3(200 - X_1) + 0,1(X_2 - 650) + 67(4,1 - X_3) + 2,1(X_4 - 97,4) + 4(33 - X_5) + 15(X_6 - 10,2),$$

где X_1 – возраст достижения живой массы 100 кг (дней); X_2 – среднесуточный прирост (г); X_3 – затраты корма на 1 кг прироста (к. ед.); X_4 – толщина шпика над 6-7 грудными позвонками (мм); X_5 – длина туши (см); X_6 – масса задней трети полутуши (кг) [12].

Генетическое тестирование по генам-маркерам RYR 1, ESR, IGF-2 и H-FABP проводилось на свиноматках, хряках и откормочном поголовье свиной материнских пород. В качестве генетического материала использовались пробы ткани из ушной раковины свиной. Из образцов выделен и оптимизирован ДНК для анализа полиморфизма генов методом ПЦР-ПДРФ (полимеразно-цепной реакции полиморфизма длин рестрикционных фрагментов) в лаборатории молекулярной биотехнологии и ДНК-тестирования (РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»).

Генетическая экспертиза по ДНК-микросателлитам проведена в лаборатории молекулярной генетики и цитогенетики животных Центра биотехнологии и молекулярной диагностики Всероссийского научно-исследовательского института животноводства им. Л.К. Эрнста (ВИЖ, Россия).

Биометрическая обработка материалов исследований проведена методами вариационной статистики [13] на персональном компьютере с использованием пакета программы Microsoft Excel с плагином GenAIEx v. 6.5 [14].

Результаты эксперимента и их обсуждение. В предыдущих исследованиях проведена оценка продуктивности свиной материнских пород с учётом их линейной принадлежности по воспроизводительным, откормочным и мясным качествам с использованием индексной оценки. Определены перспективные материнские и отцовские линии в белорусской крупной белой, белорусской чёрно-пёстрой породах и белорусском заводском типе свиной породы йоркшир.

Определены генотипы материнских и отцовских линий на основе полиморфизма генов-маркеров продуктивных качеств. Установлены средние значения показателей полиморфизма генов-маркеров продуктивных качеств (ESR, IGF-2, H-FABP и RYR 1) материнских и отцовских линий свиней материнских пород.

Сформированы генетические профили свиней материнских пород с учетом их линейной принадлежности и полиморфизма генов-маркеров по воспроизводительным и мясо-откормочным качествам.

Разработанные дендрограммы филогенетического родства свиней материнских пород на основе микросателлитного анализа показали достаточно широкое разнообразие генетической структуры изучаемых линий. Выявлены генетические связи и различия между линиями, что позволяет с учётом установленных генетических дистанций проводить целенаправленную селекционную работу с линиями хряков [15, 16].

Проведены исследования для выявления взаимосвязи количественных признаков продуктивности линий свиней материнских пород и основных генов-маркеров селекционируемых признаков.

С целью проведения оценки животных по комплексу признаков использовались комплексные показатели – индекс воспроизводительных качеств (ИВК) и индекс мясо-откормочных качеств (ИМОК).

Индексы продуктивности и частоты встречаемости аллелей генов-маркеров селекционируемых признаков хряков материнских пород в зависимости от их линейной принадлежности представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Продуктивность и частота встречаемости аллелей генов-маркеров селекционируемых признаков хряков материнских пород свиней в зависимости от их линейной принадлежности

Линии	ИВК	ИМОК	Гены-маркеры продуктивных качеств							
			ESR		IGF-2		H-FABP (D)		H-FABP (H)	
			B	A	A	G	D	d	H	h
Отцовские	121,8	135,5	0,38	0,62	0,60	0,40	0,42	0,58	0,70	0,30
Материнские	125,6	95,1	0,62	0,38	0,27	0,73	0,27	0,73	0,83	0,17

Анализ результатов исследования показал, что индекс ИВК у материнских линий свиней материнских пород в среднем выше на 3,8 балла или 3,0 %, чем у их аналогов отцовских линий. Выявлена некоторая взаимосвязь между показателями ИВК и частотой встречаемости аллеля В гена ESR. Частота встречаемости предпочтительного аллеля В гена ESR, детерминирующего воспроизводительные качества, в геноме животных материнских линий составляет 0,62 долю от единицы, что выше

на 0,24 от единицы, чем у свиней отцовских линий. По индексу ИМОК животные отцовских генотипов превосходят (на 40,4 балла или 42,5 %) своих аналогов материнских линий.

Выявлена определённая взаимосвязь между показателем ИМОК и частотой встречаемости желательного аллеля А гена-маркера IGF-2, определяющего откормочные качества. Содержание этого аллеля в геноме свиней отцовских линий свиней материнских пород в среднем составляет 0,60 долей от единицы, что значительно превышает (на 0,33 доли) значение этого показателя у животных материнских линий. Частоты встречаемости в геноме свиней предпочтительных аллелей гена H-FABP, детерминирующего содержание внутримышечного жира в мясе, имели достаточно высокие значения у всего изучаемого поголовья. Однако у животных материнских линий эти показатели были выше (на 0,15 долей от единицы – аллель d и на 0,13 – аллель H).

Показатели продуктивности свиней белорусской крупной белой породы с учётом линейной принадлежности представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Воспроизводительные качества свиноматок материнских пород в зависимости от их линейной принадлежности (по 2 и более опоросам)

Линии	Многоплодие, гол	Молочность, кг	Отъем в 35 дней	
			количество поросят, гол.	масса гнезда, кг
Отцовские	10,3	55,0	9,8	92,4
Материнские	10,9	55,2	10,2	94,9

Таблица 3 – Откормочная и мясная продуктивность молодняка свиней материнских пород в зависимости от их линейной принадлежности

Линии	Голов	Откормочные качества		Мясные качества		
		возраст достижения живой массы 100 кг, дней	средне-суточный прирост, г	толщина шпика, мм	длина туши, см	масса задней трети полу-туши, кг
Отцовские	207	185	712	24,2	97,2	10,9
Материнские	235	202	619	25,8	96,3	10,6

Свиноматки материнских линий являются чистопородными животными, отселекционированными на высокие воспроизводительные качества. Они в среднем превосходят отцовских аналогов по многоплодию на 5,8 %, молочности – на 0,4 %, массе гнезда при отъёме – на 2,7 %.

Откормочный молодняк отцовских линий превосходил сверстников материнских линий по: возрасту достижения живой массы 100 кг на 11,4 %, среднесуточному приросту живой массы – на 15,0 %, толщине шпика – на 6,2 %, массе задней трети полутуши – на 2,8 %.

Выявлена взаимосвязь между таким показателем микросателлитного анализа, как генетические расстояния между линиями хряков материнских пород и содержанием в их геноме предпочтительных аллелей генов ESR и IGF-2 (таблица 4).

Таблица 4 – Взаимосвязь между генетическими расстояниями линий хряков материнских пород и полиморфизмом генов ESR и IGF-2

Линии	Генетическое расстояние между линиями хряков	Гены-маркеры продуктивных качеств и частота встречаемости предпочтительного аллеля	
		ESR	IGF-2
		аллель В	аллель А
Отцовские	0,167	0,38	0,60
Материнские	0,257	0,62	0,27

Генетические расстояния между отцовскими и материнскими линиями хряков материнских пород свиней существенно отличаются (0,167 и 0,257 соответственно). Большое генетическое расстояние между материнскими линиями хряков (по сравнению с отцовскими линиями) указывает на их генетическое разнообразие. При этом частота встречаемости предпочтительного аллеля В гена ESR, детерминирующего воспроизводительные качества, в среднем по материнским линиям превышает этот показатель у свиней отцовских линий (генотипов) на 0,24 долю от единицы.

Животные отцовских генотипов характеризуются генетическим сходством. Это связано, в первую очередь, с проведением селекционной работы по повышению мясо-откормочных качеств молодняка изначально материнских пород. Поэтому частота встречаемости желательного аллеля А гена IGF-2, определяющего откормочные качества, у них значительно выше (на 0,33 доли от единицы), чем у животных материнских генотипов.

Результаты исследований по установлению взаимосвязи количественных признаков продуктивности свиней материнских пород и их линий, определённых по микросателлитам и генам-маркерам продуктивных качеств, отражены в сводном рисунке.

Заключение. Установлены взаимосвязи количественных признаков продуктивности свиней материнских пород и их генотипов, определённых по микросателлитам и генам-маркерам продуктивных качеств.

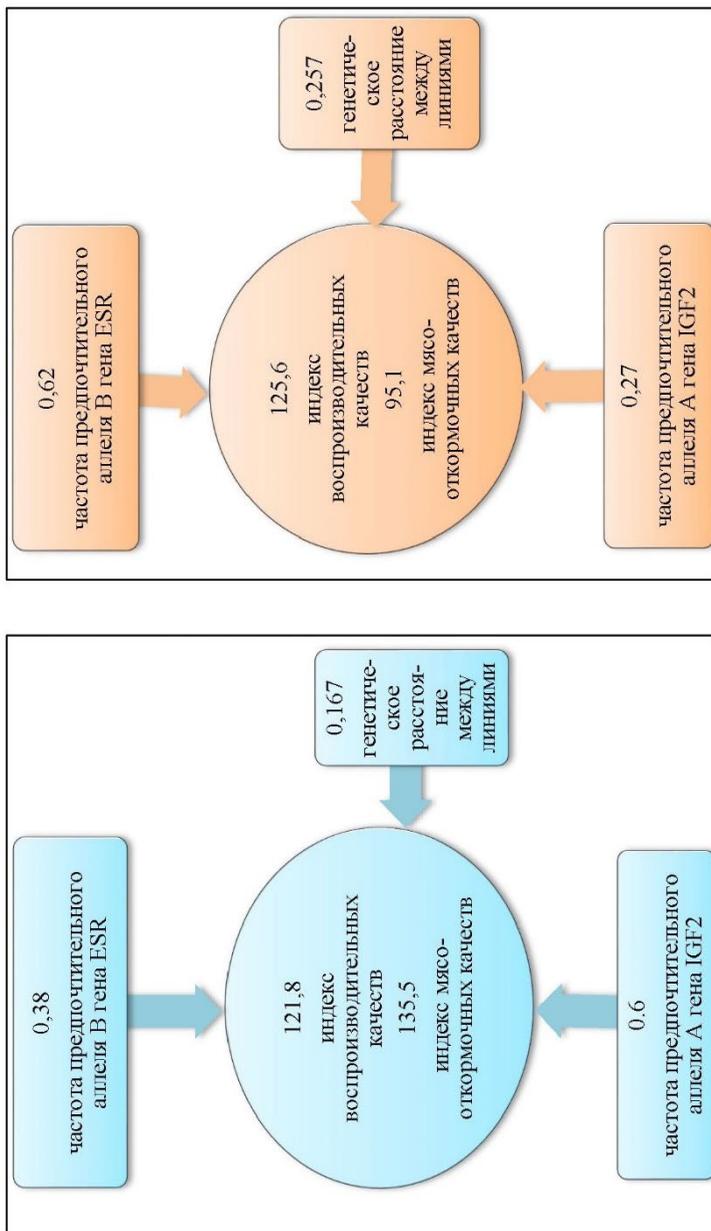


Рисунок – Взаимосвязи количественных признаков продуктивности свиной материнских пород и их генотипов, определенных по микросателлитам и генам-маркерам продуктивных качеств

Выявлено, что при более высоком значении индекса воспроизводительных качеств у животных материнских генотипов (в среднем на 3,0 % по сравнению с отцовскими генотипами) частота встречаемости предпочтительного аллеля В гена ESR в их геноме была, соответственно, больше на 0,24 доли от единицы. Высокий индекс мясо-откормочных качеств у свиней отцовского генотипа (в среднем на 42,5 %) по сравнению с материнским взаимосвязан с частотой встречаемости желательного аллеля А гена-маркера IGF-2, которая также была выше на 0,33 долей от единицы у животных данного генотипа.

Установлено, что генетические расстояния между отцовскими и материнскими линиями хряков материнских пород существенно отличаются. У хряков отцовских генотипов генетические расстояния между линиями короче на 0,09. Животные отцовских генотипов характеризуются генетическим сходством. Проводимая с этими генотипами селекционная работа по повышению мясо-откормочных качеств повлияла на частоту встречаемости желательного аллеля А гена IGF-2, определяющего откормочные качества, и она у них значительно выше (на 0,33 доли от единицы), чем у животных материнских генотипов.

Литература

1. Лобан Н. А. Крупная белая порода свиней – методы совершенствования и использования / Н. А. Лобан. – Минск : ПЧУП Бизнесофсет, 2004. – 110 с.
2. Новицкий, Игорь. Разведение свиней по линиям особенности и требования к данному методу / И. Новицкий // СельхозПортал [Электрон. ресурс]. – 2016-2024. – Режим доступа: <https://сельхозпортал.pdf/articles/metod-razvedeniya-svinej-po-liniyam/>
3. Зиновьева, Н. А. Проблемы биотехнологии и селекции сельскохозяйственных животных / Н. А. Зиновьева, Л. К. Эрст. – Изд. 2-е, доп. – Москва, 2005. – 329 с.
4. Исследование полиморфизма гена эстрогенового рецептора как маркера плодовитости свиней / Н. А. Зиновьева [и др.] // Свиноводство : материалы. междунар. науч. конф. – Дубровицы. - 2000. – Т. 2. – С. 50-57.
5. Использование методов молекулярной генной диагностики для повышения откормочных и мясных качеств свиней белорусской крупной белой пород / Н. А. Попков [и др.] // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2008. - № 4. – С. 70-74
6. Арсенико, Р. Ю. Исследования полиморфизма гена H-FABP во взаимосвязи с хозяйственно-полезными признаками свиней / Р. Ю. Арсенико, Е. А. Гладырь // Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных : материалы междунар. науч. конф. – Дубровицы, 2002. – С. 94-96.
7. Лобан, Н. А. Оценка стрессустойчивости и плодовитости свиней методами молекулярной генной диагностики / Н. А. Лобан, О. Я. Василюк, Н. А. Зиновьева // Интенсификация производства продуктов животноводства. – Жодино, 2002. – С. 18.
8. Микросателлитные профили как критерии определения чистопородности и оценки степени гетерогенности подборов родительских пар в свиноводстве / Н. А. Зиновьева [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2011. - № 6. – С. 47-53.
9. Nei, M. Analyses of gene diversity in subdivided populations / M. Nei // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1973. – Vol. 70, No 12(1). – P. 3321-3323. DOI: 10.1073/pnas.70.12.3321.
10. Оценка вклада различных популяций в генетическое разнообразие свиней корня крупной белой породы / Н. А. Зиновьева [и др.] // Сельскохозяйственная биология. –

2012. - № 6. – С. 35-41. DOI: [10.15389/agrobiology.2012.6.35rus](https://doi.org/10.15389/agrobiology.2012.6.35rus)

11. Пат. RU № 2340178 С2, А 01 К 67/02. Способ комплексной оценки репродуктивных качеств свиноматок / Шейко И.П., Лобан Н.А., Василюк О.Я., Петрушко И.С., Чернов А.С., Шейко Р.И. ; заявитель и патентообладатель : Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству. – № 2006118083/13 ; заявл. 26.05.2006 ; опубл. 10.12.2008, Бюл. № 34. – 6 с.

12. Пат. ВУ № 17677 С1, А 01 К 67/02. Способ оценки сочетаемости родительских пар свиной по мясо-откормочным качествам потомков / Шейко И.П., Лобан Н.А., Василюк О.Я., Маликов И.С. ; заявитель и патентообладатель : Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству. – № а20100713 ; заявл. 11.05.2010 ; опубл. 30.10.2013, Афіц. бюл. № 5. – 3 с.

13. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск : Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.

14. Peakall, R. GenA1Ex 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – an update / R. Peakall, P. E. Smouse // Bioinformatics. – 2012. – Vol. 28. – P. 2537-2539. DOI: [10.1093/bioinformatics/bts460](https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts460).

15. Василюк, О. Я. Генетические профили свиной материнских пород с учётом их линейной принадлежности и полиморфизма генов-маркеров продуктивных качеств / О. Я. Василюк, И. Ф. Гридюшко, И. П. Шейко // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2022. – Т. 57, ч. 1 : Генетика, разведение, селекция, биотехнология размножения и воспроизводство. Технология кормов и кормления, продуктивность. – С. 44-59.

16. Дендрограммы линий свиной материнских пород на основе микросателлитного анализа / О. Я. Василюк [и др.]// Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2023. – Т. 58, ч. 1: Генетика, разведение, селекция, биотехнология размножения и воспроизводство. Технология кормов и кормления, продуктивность. – С. 29-39.

Поступила 3.04.2024 г.

УДК 636.4.082

О.Я. ВАСИЛЮК, И.Ф. ГРИДЮШКО, И.П. ШЕЙКО,
А.А. БАЛЬНИКОВ, Е.В. ОРЛОВСКАЯ

КОМПЛЕКСНАЯ ПРОГРАММА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ СТАД СВИНЕЙ БЕЛОРУССКОЙ КРУПНОЙ БЕЛОЙ ПОРОДЫ В ПЛЕМЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ

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

Для решения проблемы сохранения и дальнейшего развития белорусской крупной белой породы на племенных предприятиях республики следует проводить оценку свиной на уровне генома, то есть по истинному генетическому потенциалу. При проведении исследований в качестве генетических маркеров признаков продуктивности свиной белорусской крупной белой породы,