

ЖЫВЁЛАГАДОЎЛЯ І ВЕТЭРЫНАРНАЯ МЕДЫЦЫНА

УДК 636.4.082.12

Н. А. ЛОБАН, О. Я. ВАСИЛЮК, И. П. ШЕЙКО

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ СВИНЕЙ БЕЛОРУССКОЙ КРУПНОЙ БЕЛОЙ ПОРОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАРКЕРНЫХ ГЕНОВ

Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству

(Поступила в редакцию 27.04.2010)

Большинство хозяйственно полезных признаков сельскохозяйственных животных являются количественными и имеют полигенную природу, т. е. на их проявление оказывает влияние не один, а целый ряд генов, расположенных в различных участках (локусах) генома индивидуума. Однако существуют полигенные локусы, ответственные за проявление качественных признаков, которые получили название локусов количественных признаков (QTL). Животные, характеризующиеся повышенной продуктивностью, имеют в QTL большее число предпочтительных аллелей (вариантов генотипов), чем в среднем по популяции. Вследствие отбора таких животных в качестве родительских пар следует ожидать получение потомков, имеющих более высокую частоту предпочтительных аллелей и, как следствие, более высокую продуктивность по сравнению с предыдущим поколением.

В настоящее время в связи с развитием молекулярной генетики и биологии 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, наряду с традиционным отбором по фенотипу, позволяет проводить селекцию непосредственно на уровне ДНК (маркерзависимая селекция) [1].

Такая селекция имеет ряд преимуществ перед традиционной: она не учитывает изменчивость хозяйственно полезных признаков, обусловленную внешней средой, делает возможной оценку животных в раннем возрасте независимо от пола, в результате повышается эффективность селекции и сокращаются сроки выполнения заданных уровней продуктивности.

К настоящему времени разработан достаточно широкий набор методик, позволяющий определить спектр генов-кандидатов, полиморфные варианты которых оказывают прямое или косвенное влияние на реализацию признаков продуктивности свиней.

Проводимые нами в 2002–2009 гг. в Республике Беларусь широкие исследования различных генов-кандидатов продуктивных качеств свиней белорусской крупной белой породы позволили выявить их полиморфизм и ассоциации генотипов с продуктивными признаками. Было установлено, что наиболее перспективными для применения в практической селекции по воспроизводительным качествам следует считать ген эстрогенового рецептора (ESR), по откормочным и мясным качествам – ген инсулиноподобного фактора роста (IGF-2).

Воспроизводительные качества. Одним из важнейших показателей эффективности селекционной работы является повышение многоплодия свиноматок. В свиноводстве работы по увеличению размеров гнезда проводят с использованием различных селекционных программ с высокопродуктивными линиями свиноматок методами гибридизации и вводного скрещивания. Однако прямая селекция на плодовитость малоэффективна в силу низких коэффициентов наследования ($h = 0,1-0,3$) и отрицательного влияния на признак фенотипических факторов.

В качестве маркеров плодовитости свиней рассматривались следующие гены: эстрогенового рецептора (ESR); бетасубъединицы фолликулостимулирующего гормона (FSHB); рецептора пролактина (PRLR) и др. Однако наиболее перспективным и получившим широкое распространение генетическим маркером является ген ESR. Полиморфизм данного гена обусловлен наличием двух аллелей – А и В. Исследованиями установлено, что предпочтительным с точки зрения селекции является генотип ВВ. Так, превосходство по многоплодию свиноматок с генотипом ВВ составляло 0,9 поросенка по сравнению с генотипом АА. Выявлено, что свиноматки крупной белой и уржумской пород с генотипом ВВ превосходили в среднем по размерам гнезда животных с генотипом АА на 0,7–1,4 и 1,3 поросенка соответственно [4].

Актуальность данных исследований по основной материнской породе свиней в Республике Беларусь – белорусской крупной белой – заключается в том, что только данная порода характеризуется полиморфизмом по гену ESR в вариантах аллелей А и В. Аллель В, положительно влияющий на воспроизводительную функцию, в частности, на многоплодие, английская крупная белая порода получила от китайской многоплодной породы мэйншан в XIX веке в процессе ее создания. В дальнейшем аллель В перемещался во все вновь создаваемые породы свиней с участием крупной белой.

Механизм генетического влияния эстрогенового рецептора ESR на проявление признака продуктивности свиноматок по многоплодию заключается в контроле выработки женского полового гормона – эстрогена, который определяет воспроизводительные качества. Животные с генотипом АА имеют гипофункцию, а ВВ – гиперфункцию выработки эстрогена, в гетерозиготном варианте АВ его выработка имеет среднее значение.

Откормочные и мясные качества. Как известно, селекция свиней на повышение темпов роста и увеличение мясности туш традиционными методами затруднена вследствие относительно низкой наследуемости и большой вариабельности признаков. В этой связи поиск предпочтительных аллелей генов, обуславливающих повышение откормочных и мясных качеств свиней, приобретает большое значение в селекции. В качестве маркеров продуктивных качеств в настоящее время рассматриваются следующие: гипофизарный фактор транскрипции (POU1F1); ген инсулиноподобного фактора роста 2 (IGF-2); меланинкортин-рецептор (MC4R) и др. [3].

В 2008–2009 гг. была проведена серия исследований по генотипированию животных и оценке мясо-откормочных качеств молодняка свиней белорусской крупной белой породы:

проведено генетическое тестирование животных по генам POU1F1, MC4R и IGF-2;

оценена взаимосвязь полиморфных вариантов генов-кандидатов с мясооткормочными качествами свиней. Выявлено, что в большей степени на откормочные и мясные качества свиней белорусской крупной белой породы влияет наличие в геноме животных полиморфизма гена IGF-2 [7, 9].

Ген IGF-2 является одним из наиболее перспективных маркеров мясооткормочной продуктивности. Он участвует в широком спектре метаболических, митогенных и дифференцирующих процессах на эмбриональных тканях и плаценте. Аутокринная секреция IGF-2 играет главную роль в дифференцировке клеток скелетной мышцы. Исследования показали, что мутация в гене IGF-2 (q→Q) существенно влияет на скорость роста и отложение жира у свиней. Было установлено, что данный ген характеризуется патернальным действием на продуктивность. Это означает, что у потомства проявляется действие только того аллеля, который был получен от отца. Патернальное действие гена существенно облегчает разработку селекционной стратегии, так как для достижения положительного эффекта у потомства достаточно проведения тестирования и отбора только хряков. Установлено, что предпочтительным с точки зрения селекции является генотип QQ. Так, животные, унаследовавшие от своих отцов желательный аллель Q, на 3–4% превосходят диких свиней с генотипом q по содержанию мяса в туше. По данным Канадского центра развития свиноводства (CCS. I), свиньи с генотипом QQ имеют на 7,1 мм меньше толщину шпика, на 4,3% больше постного мяса, на 7 см² площадь «мышечного глазка» по сравнению со свиньями с генотипом qq [6].

Цель настоящих исследований – анализ влияния полиморфных вариантов генов-кандидатов продуктивных качеств (ESR, IGF-2) на репродуктивные, откормочные и мясные качества свиней белорусской крупной белой породы.

Материалы и методы исследования. Опыты проводили на свиноматках, хряках, основных и ремонтных, а также на откормочном поголовье свиней белорусской крупной белой породы в условиях свинокомплексов, племзаводов, селекционно-гибридных центров Республики Беларусь в 2002–2009 гг. В качестве исходного материала использовали пробы ткани из ушной раковины свиней. Из образцов выделялся и оптимизировался ДНК для последующего анализа в лабораториях молекулярной генетики (ВИЖ, Россия) и генетики (РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству», Республика Беларусь) полиморфизма генов методом ПЦР-ПДРФ (полимеразно-цепной реакции полиморфизма длин рестриционных фрагментов), при этом отбирали животных (хряков и маток) с предпочтительными генотипами. Статистическую обработку проводили по стандартной методике (Меркурьева и др., 1991). Толщину шпика, глубину длиннейшей мышцы спины и мясность ремонтных хрячков прижизненно определяли прибором «Piglog-105» («SFK Technology», Дания).

Результаты и их обсуждение. Для повышения воспроизводительных качеств свиноматок белорусской крупной белой породы с использованием гена *ESR* было протестировано 482 основные свиноматки и 180 хряков белорусской крупной белой породы свиней. Данные генотипического тестирования животных породы по вариантам эстрогенового рецептора (табл. 1.) показали, что частота встречаемости предпочтительного гена *BB* у свиней белорусской крупной белой породы в различных хозяйствах варьировала в достаточно широком диапазоне: от 11,0 до 43,5% у свиноматок совхоза-комбината «Заря» и ЗАО «Нарцизово» и от 15,0 до 41,2% у хряков ЗАО «Прудок» и РСУП «СГЦ «Заднепровский» соответственно. В среднем же по породе частота генотипа *BB* составила 23,2%, аллеля *B* – 0,42%, т. е. находилась на достаточно высоком уровне. Различная концентрация аллеля *B* в геноме свиней по стадам зависит от «породной чистоты» и уровня селекционной работы. В чистопородных заводских стадах она была максимальной (0,52–0,64) и минимальной в товарных стадах, где активно используется межпородное реципрокное скрещивание. Следует отметить, что частоты аллелей гена *ESR* как у свиноматок, так и у хряков были практически одинаковы. Следовательно, частотность аллеля *B* может свидетельствовать о гомозиготности и отселекционированности заводских популяций породы и устойчивой передаче признака потомству.

Частоты встречаемости аллелей и генотипов гена эстрогенового рецептора (*ESR*) у свиней белорусской крупной белой породы

Хозяйство	n	Частота генотипов, %			Частота аллелей	
		AA	AB	BB	A	B
<i>Основные свиноматки</i>						
РУСПП «Свинокомплекс «Борисовский»	112	25,0	51,8	23,2	0,51	0,49
РСУП «СГЦ «Заднепровский»	113	31,8	49,6	18,6	0,57	0,43
ЗАО «Огневское»	68	33,8	51,5	14,7	0,60	0,40
ЗАО «Нарцизово»	23	39,2	17,4	43,5	0,48	0,52
ООО «Торговый Дом «Ждановичи – Агро»	93	45,2	39,8	15,0	0,65	0,35
ЗАО «Заря»	73	47,9	41,1	11,0	0,68	0,32
В среднем	482	37,2	41,9	21,0	0,58	0,42
<i>Хряки</i>						
РСУП «СГЦ «Заднепровский»	51	13,7	45,1	41,2	0,36	0,64
РСУП «Племзавод «Индустрия»	48	50,0	18,8	31,2	0,59	0,41
ЗАО «Южный»	13	69,2	15,4	15,4	0,77	0,23
РУСПП «Свинокомплекс «Борисовский»	48	22,9	50,0	27,1	0,48	0,52
ЗАО «Прудок»	20	50,0	35,0	15,0	0,68	0,32
В среднем	180	41,1	32,9	26,0	0,57	0,43
В среднем по породе	662	39,0	37,8	23,2	0,58	0,42

У животных специализированных мясных пород (дюрок, ландрас, эстонская беконная) генотип *BB* отсутствует. Отмечено лишь наличие гетерозиготного генотипа *AB*, частота встречаемости аллеля *B* достигает значений 0,11–0,17%. Таким образом, подтверждается целесообразность

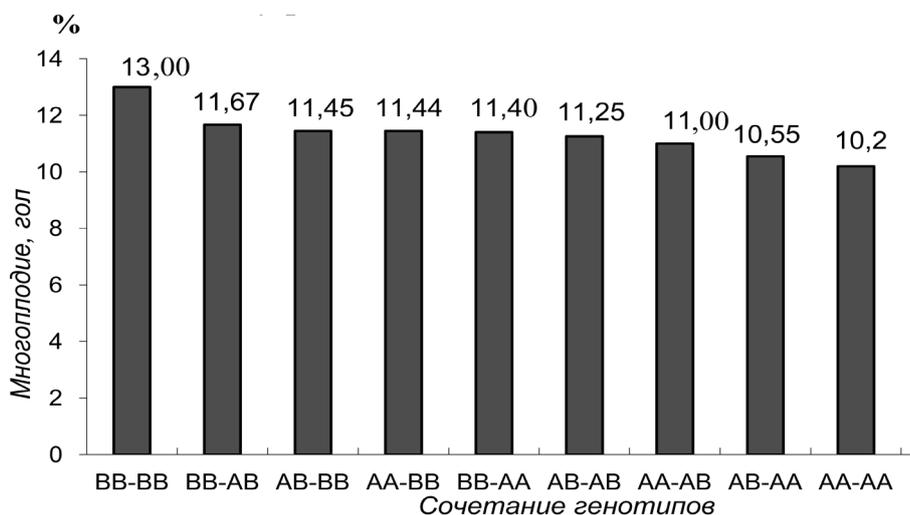


Рис. 1. Продуктивность свиноматок белорусской крупной белой породы в зависимости от сочетаний генотипов по ESR

использования эстрогенового рецептора ESR в качестве генетического маркера многоплодия у свиней белорусской крупной белой породы.

Проводимые нами исследования [2, 8] показали, что наличие аллеля В гена эстрогенового рецептора в геноме свиноматок белорусской крупной белой породы положительно влияет на их многоплодие. Отмечено достоверное ($P < 0,001$) превосходство свиноматок с генотипом ВВ над их аналогами с генотипом АА: по многоплодию – на 13,4%, количеству поросят при отъеме – на 11,6%, массе гнезда при отъеме – на 10,1%.

Выявлено, что генотип хряков по гену ESR оказывает влияние на продуктивность осемененных их спермой свиноматок.

Отмечено (рис. 1), что хряки, несущие в геноме генотип ВВ, оказывают положительное влияние на продуктивность осемененных их спермой маток белорусской крупной белой породы. Наиболее высокое многоплодие (13 поросят) отмечено у родителей с сочетанием генотипов ВВ × ВВ.

По итогам наших исследований предлагается следующая схема подбора свиноматок и хряков белорусской крупной белой породы, направленная на повышение многоплодия (рис. 2).

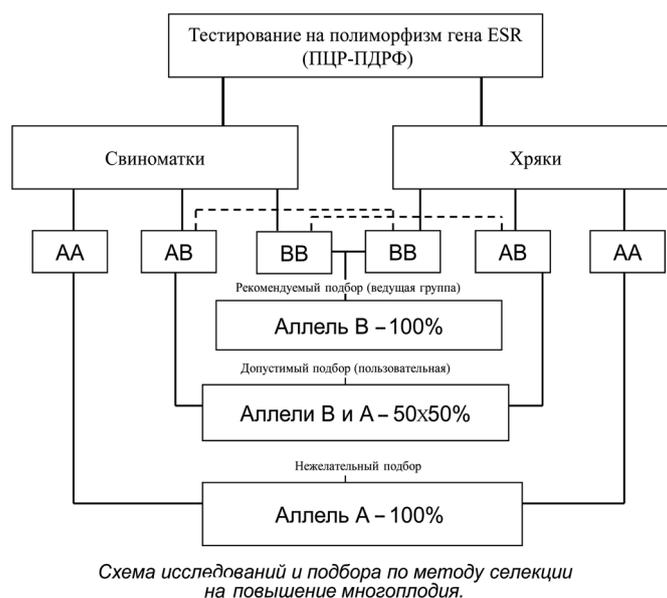


Рис. 2. Схема подбора по повышению многоплодия свиноматок белорусской крупной белой породы

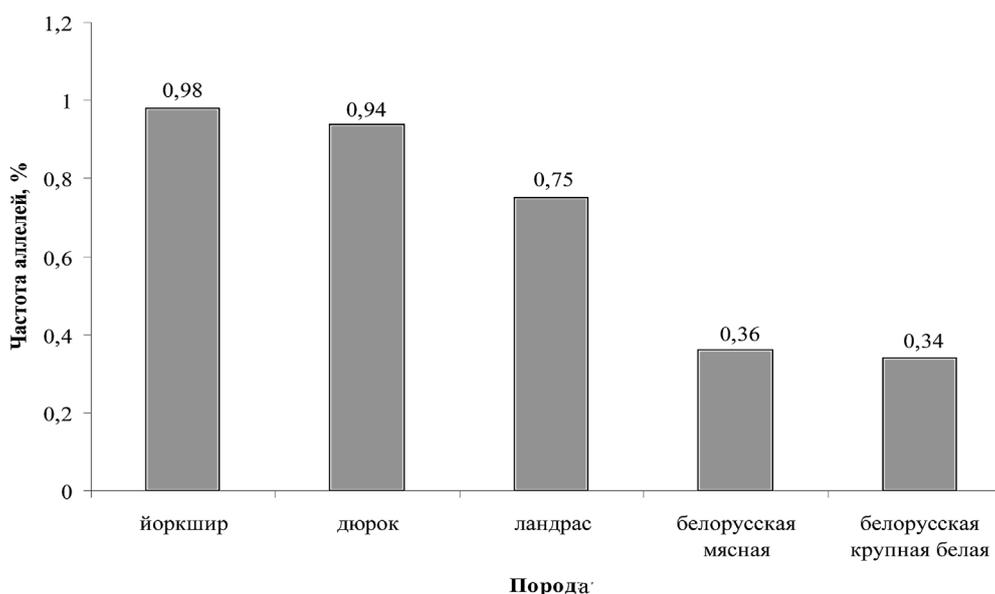


Рис. 3. Распределение аллеля Q гена IGF-2 у хряков плановых пород свиней

Повышение откормочных и мясных качеств свиней белорусской крупной белой породы с использованием гена IGF-2. Проводился сравнительный анализ частот встречаемости генотипов и аллелей гена IGF-2 у хряков плановых пород Республики Беларусь (рис. 3).

Частота встречаемости желательного аллеля Q у хряков мясных пород, полученных с использованием зарубежного генофонда (йоркшир, дюрок, ландрас), была наибольшей (0,75–0,98), у породы белорусская крупная белая – значительно ниже (0,34).

Проведенные нами исследования [5, 7] показали, что хряки белорусской крупной белой породы, несущие в своем геноме генотипы Qq и QQ, превосходили или имели тенденцию к превосходству над своими аналогами с генотипом qq: по толщине шпика – на 1,5 и 2,8 мм, или 6,1 и 11,3% ($P < 0,05$); площади «мышечного глазка» – на 2,6 и 3,6 см², или 2,5 и 9,2% ($P < 0,05$); выходу «красного мяса» – на 2,4 и 3,3% соответственно.

Молодняк на откорме с генотипом Qq и QQ гена IGF-2 имел тенденцию превосходства над аналогами с генотипом qq по возрасту достижения живой массы 100 кг – на 2,1 и 2,6% ($P < 0,05$) (178,5, 177,5, 182,3 дня по генотипам соответственно), среднесуточному приросту живой массы – на 3,4% ($P < 0,001$) и 1,5% (756, 742, 731 г), толщине шпика – на 3,9% ($P < 0,001$) и 6,4% ($P < 0,001$) (77,0, 76,3, 28,1 мм); массе задней трети полутуши – на 2,4 кг ($P < 0,001$) и 1,1 кг ($P < 0,05$) (11,35, 11,2, 11,08 кг).

В практической селекции очень важно учитывать тот факт, что данный признак имеет патернальный (отцовский) характер прямого доминантного наследования у потомков, и поэтому достаточно незначительных практических усилий и финансовых затрат, чтобы получить существенный эффект селекции по мясо-откормочным качествам. Например, при использовании в воспроизводстве молодняка хряков только с генотипами Qq и QQ по гену инсулиноподобного фактора роста 2 (IGF-2) позволит увеличить среднесуточные приросты живой массы животных. Производственные испытания показывают, что даже в первом поколении приросты повышаются на 40–80 г, в конечном итоге экономический эффект составит 3,5–7,6 доллара на 1 голову реализуемого молодняка за счет более высокой скорости его роста, повышения конверсии корма и качества свинины.

Основываясь на результатах проведенных исследований, предлагается схема подбора (рис. 4) с учетом генотипа хряков по гену IGF-2, которая позволяет рассчитать уровень частотности аллелей маток с целью повышения мясооткормочных качеств их потомков для пользователей всех уровней.

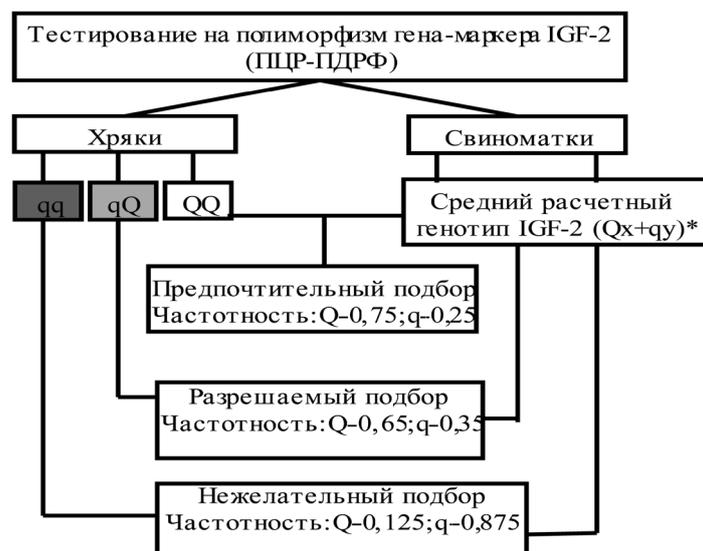


Рис. 4. Схема подбора по повышению мясо-откормочных качеств свиней белорусской крупной белой породы

Выводы

1. Приведенные в настоящей работе данные свидетельствуют о положительном влиянии аллеля В гена ESR на многоплодие свиноматок белорусской крупной белой породы свиней. Использование анализа ПЦР-ПДРФ и метода подбора желательных генотипов позволяет значительно (на 0,50–1,57 поросенка) повысить продуктивность свиноматок белорусской крупной белой породы. Исходя из вышеизложенного можно рекомендовать данный генетический маркер в качестве дополнительного критерия в селекционных программах, направленных на повышение многоплодия.

2. Результаты проведенных исследований показали, что ген IGF-2 можно использовать в качестве маркера откормочной и мясной продуктивности свиней белорусской крупной белой породы. Учитывая частотность нежелательного аллеля **q** в генотипе свиней белорусской крупной белой породы (0,66) с целью сохранения (повышения) мясных и откормочных качеств свиней, рекомендуется проведение генотипирования, отбор ремонтного молодняка и основных хряков предпочтительных генотипов по гену-маркеру IGF-2 и их использование с учетом разработанной схемы подбора.

3. По данным компании Gentec (Бельгия), аллель **q** гена IGF-2 положительно связан с воспроизводительными качествами свиноматок, поэтому преимущественный отбор по плодовитости приводит к вымыванию желательного аллеля **Q** из популяции и, следовательно, к снижению откормочных и мясных качеств, поэтому у материнской белорусской крупной белой породы встречаемость аллеля **Q** на 34–64% ниже, чем у животных специализированных мясных пород. Но поскольку для материнских пород нежелательно резкое снижение воспроизводительных качеств за счет повышения мясооткормочных, следует искать разумный компромисс.

Следовательно, тестирование свиней белорусской крупной белой породы по генам ESR и IGF-2 следует проводить параллельно с целью проведения отбора и подбора родительских пар согласно схемам с максимальной эффективностью, не допуская снижения воспроизводительных и в то же время непропорционального повышения мясооткормочных качеств.

Литература

1. Введение в молекулярную генную диагностику сельскохозяйственных животных / Н. А. Зиновьева [и др.] // ВИЖ. – 2002. – С. 68–70.
2. Исследование полиморфизма гена эстрогенового рецептора как маркера плодовитости свиней / Н. А. Зиновьева [и др.] // Свиноводство: материалы IV междунар. научн. конф., Дубровицы, 24–25 нояб. 2004 г. / ВГНИИЖ РАСХН (ВИЖ). – Дубровицы, 2004. – Т. 2. – С. 50–57.
3. К о с т ю н и н а, О. В. Ген IGF-2 – потенциальный ДНК-маркер мясной и откормочной продуктивности свиней / О. В. Костюнина, А. Н. Левитченков, Н. А. Зиновьева // Животноводство России. – 2008 – № 1. – С. 12–14.

4. Молекулярная генная диагностика в свиноводстве Беларуси / Н. А. Лобан [и др.] // ВИЖ. – 2005. – С. 34–37.
5. Полиморфизм гена IGF-2 у свиней мясных пород в Республике Беларусь и его влияние на откормочные и мясные качества / Н. А. Лобан [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 2. – С. 27–30.
6. Л о б а н, Н. А. ДНК-диагностика признаков продуктивности свиней / Н. А. Лобан, А. С. Чернов // Животноводство России. – Спецвып. Свиноводство. – 2009. – С. 23–24.
7. Использование методов молекулярной генной диагностики для повышения откормочных и мясных качеств свиней белорусской крупной белой породы / Н. А. Попков [и др.] / Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2008. – № 4. – С. 70–74.
8. Ш е й к о, И. П. Селекция на повышение многоплодия свиноматок крупной белой породы методом молекулярной генной диагностики / И. П. Шейко, Н. А. Лобан, О. Я. Василюк // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2006. – № 3. – С. 77–82.
9. Э р н с т, Л. К. Биологические проблемы животноводства в XXI веке / Л. К. Эрнст, Н. А. Зиновьева. – М., 2008. – С. 279–280.

N. A. LOBAN, O. Y. VASILYUK, L. P. SHEIKO

IMPROVEMENT OF BELARUSIAN GREAT WHITE BREED OF PIGS' TRAITS USING MARKER GENES

Summary

Polymorphic genes variants of reproductive (ESR) and meat-milk traits (IGF-2) effect on performance of Belarusian Great White Breed of pigs was studied. It is identified that sows with BB genotype of ESR gene surpass ($P < 0.001$) their analogues with AA genotype on multiple pregnancy rate by 0.87–1.57 piglets per farrow. It is also identified that boars with QQ and Qq genotypes of IGF-2 gene surpass their analogues with qq genotype on development and young animals – on meat-milk traits. ESR и IGF-2 genes can be considered as genetic markers of reproductive traits and growing speed of Belarusian Great White Breed of pigs. Selection schemes on improvement of reproductive and meat-quality traits are presented in the article.