

## ПОЛИМОРФИЗМ ЛОКУСА РЕЦЕПТОРА ЭСТРОГЕНА 1 В ПОПУЛЯЦИЯХ СВИНЕЙ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ И ЕГО АССОЦИАЦИЯ С РЕПРОДУКТИВНЫМИ ПРИЗНАКАМИ СВИНОМАТОК КРУПНОЙ БЕЛОЙ ПОРОДЫ



*Популяции свиней пород крупная белая, крупная черная, полтавская мясная, а также пьетрен и мейшан характеризуются интронным PvuII-полиморфизмом по гену рецептора эстрогена 1. Наблюдаются различия между породами по частоте аллелей и генотипов, а в популяциях — отклонения от равновесного распределения генотипов по Харди-Вайнбергу. Установленная ассоциация локуса рецептора эстрогена 1 с репродуктивными качествами свиноматок крупной белой породы свидетельствует о возможности использования интронного ESR1 PvuII-полиморфизма как генетического маркера многоплодия в селекции свиней.*

**Введение.** Важным этапом, определяющим успех селекционной работы, является оценка животного, для которой обычно используют показатели его собственной продуктивности и продуктивности полученного от него потомства [1]. По ее результатам делаются выводы о генетическом потенциале особи и перспективах ее использования в стаде. Однако информация, полученная только таким традиционным путем — недостаточно точная и полная, методика оценки требует значительного времени. На ее результаты большое влияние оказывают паратипические факторы.

Новые открытия в области генетики сельскохозяйственных животных позволили определить локусы генома свиньи, которые контролируют хозяйственные признаки, и проводить типирование животных с помощью молекулярно-генетических маркеров. Генотипы с этими локусами хромосом являются определенными прогностическими показателями продуктивных качеств, на основе которых можно проводить не только оценку особи, но и получать животных с заданными параметрами продуктивности при помощи методов MAS (marker assisted selection).

В свиноводстве одними из наиболее важных признаков, определяющих племенную ценность животного, являются репродуктивные, в частности — многоплодие свиноматок. В контроле этого признака у свиней участвует целый ряд генов, но наиболее тесная ассоциация с многоплодием установлена для гена рецептора эстрогена 1 (ESR1 — estrogen receptor gene 1) [1], картированного на хромосоме 1. Обнаружено несколько аллельных вариантов гена, связанных с однонуклеотидными полиморфизмами (SNP — single nucleotide polymorphism), которые локализованы как в области его экзонов, так и интронов. Наиболее известным и часто применяемым для генетического маркирования многоплодия является интронный ESR1 PvuII-полиморфизм [2]. Указанный генетический маркер относится к так называемым LD (linkage disequilibrium) маркерам, которые находятся в одной группе сцепления с мутациями, вызывающими изменения в проявлении признака. В некоторых линиях свиней он сегрегирует с другим SNP — 669 T > C, расположенным в экзоне 3 гена рецептора эстрогена [3]. Последняя мутация является «молчащей» и не

приводит к аминокислотной замене в белке. Кроме того, обнаружены SNP 1227 C > T (экзон 5), 1452 C > T (экзон 7), 1665 T > C (описан как ESR1 *Ava*I-полиморфизм [4, 5]) и 1755 A > G (экзон 8) [3, 5], которые, несмотря на их расположение в кодирующей области, также не связаны с аминокислотными заменами. В ряде работ для разных пород и линий свиней установлено, что свиноматки с генотипом ESR1 BB по *Pvu*II-полиморфному сайту рестрикции превосходят животных с генотипами AB и AA по числу новорожденных поросят соответственно от 0,6 до 3,58 поросят на гнездо [6–9], у них выше и другие показатели репродукции. Имеются, однако, сообщения и об отсутствии такой связи [10–12]. Таким образом, разные породы свиней, отдельные типы, линии и даже разные популяции могут различаться силой такой связи. Следовательно, ESR1 *Pvu*II-полиморфизм может эффективно использоваться в качестве генетического маркера репродуктивных качеств свиноматок только после соответствующего анализа конкретных пород, линий и популяций животных.

В настоящей публикации представлены результаты работы по популяционному анализу в отношении гена ESR1 для пяти пород и типов свиней, которые разводятся в Украине, а также для двух пород (пьетрен и мейшан), которые используются в селекционных схемах для решения отдельных задач, связанных с улучшением продуктивных признаков. Оценена возможность проведения MAS-селекции на многоплодие в этих породах и типах свиней. Определен характер связи ESR1 *Pvu*II-генотипов с репродуктивными качествами свиноматок крупной белой породы, племенное поголовье которой составляет до 70 % всех племенных свиней в Украине, на примере популяции свиней нового внутривидового типа УКБ 3.

**Материалы и методы.** Для популяционных исследований были использованы препараты ДНК, полученные из крови свиней ведущих племпредприятий по породам крупная белая отечественной селекции (типы УКБ 1 и УКБ 3), крупная белая английской селекции (КБА), крупная черная (КЧ) и полтавская мясная (ПМ), а также образцы ДНК свиней пород

мейшан и пьетрен из банка ДНК лаборатории генетики Института свиноводства им. А.В. Квасницкого НААН Украины. Работу по определению связи ESR1-генотипов с репродуктивными качествами свиноматок крупной белой породы выполняли на 149 особях основного поголовья племзавода «Бахмутский аграрный союз» Донецкой области. Животные изученной популяции относятся к типу УКБ 3, который характеризуется улучшенными мясными качествами. Для всех свиноматок зафиксированы основные показатели репродуктивных качеств по второму, третьему и четвертому опоросам.

ДНК из образцов крови животных выделяли с помощью реагента Chelex 100 [13].

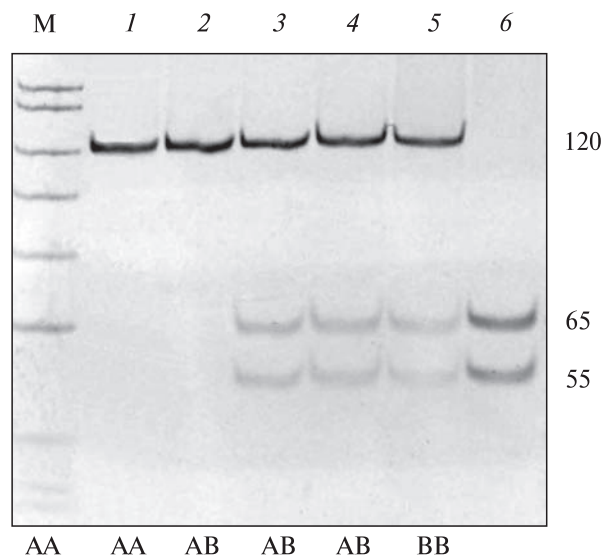
Типирование животных по локусу гена рецептора эстрогена проводили методом ПЦР-ПДРФ по сайту рестрикции эндонуклеазы *Pvu*II. Полимеразную цепную реакцию (ПЦР) и рестриктный гидролиз осуществляли в соответствии с рекомендациями [2]. Размеры фрагментов рестрикции оценивали электрофорезом в 8%-ном акриламидном геле после окрашивания бромистым этидием [14]. В качестве ДНК маркера молекулярной массы использовали ДНК ФХ174, гидролизованную эндонуклеазой *Hinf*I («Fermentas», Литва).

Наличие на электрофореграмме одного фрагмента ДНК размером 120 пар нуклеотидов (п.н.) соответствовало гомозиготному генотипу AA, двух фрагментов рестрикции размером 65 и 55 п.н. – BB; три фрагмента рестрикции (120, 65 и 55 п.н.) свидетельствовали о гетерозиготном генотипе по локусу гена ESR1 [2] (рисунок).

Статистическую оценку данных проводили с использованием критериев t Стьюдента и  $\chi^2$  Пирсона [15].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты анализа распределения ESR1 *Pvu*II-аллелей и соответствующих генотипов для семи пород и типов свиней представлены в табл. 1.

Все исследованные породы характеризовались полиморфизмом по локусу гена рецептора эстрогена, в популяциях присутствовали как аллель А, так и аллель В. Наиболее высокую частоту аллеля В, предпочтительного для увеличения многоплодия, наблюдали



Электорофореграмма продуктов ПЦР-амплификации фрагмента гена рецептора эстрогена 1 свиньи, гидролизованных эндонуклеазой *PvuII*: М – ДНК маркер ФХ174 DNA/*HinfI* (фрагменты ДНК – 151; 140; 118; 100; 82; 66; 48; 42; 40 п.н.); 1–6 – ДНК свиней с разными генотипами, п.н.

в популяциях свиней крупной белой породы английской селекции, а также внутривидового типа УКБ 1 и у свиней породы мейшан. Следует отметить, что УКБ 1 создавался как тип с улучшенными материнскими качествами, в том числе с высоким многоплодием. Селекция на высокий уровень многоплодия ведется и в популяции свиней КБА. Одной из характерных особенностей китайской породы мейшан является большое количество поросят в помете. Известно, что создание крупной белой породы связано с завозом в XVIII ст. в Европу мелких тонкокостных и многоплодных свиней из Китая и Юго-Восточной Азии. Очевидно, благодаря азиатскому генетическому материалу и сформировался достаточно высокий уровень многоплодия в крупной белой породе. В то же время такие породы, как пьетрен и крупная черная, характеризуются небольшим числом поросят в гнезде, и соответствующая частота аллеля В по сравнению с перечисленными породами, как видно из табл. 1, существенно

Таблица 1

Распределение *ESR1 PvuII*-аллелей и генотипов в популяциях свиней разных пород и типов

Породы/типы	Частоты аллелей	P <sub>1</sub>	Частоты генотипов			P <sub>2</sub>
			AA	AB	BB	
Крупная белая английской селекции (100 голов)	A– 0,56, B– 0,44	1/2**, 1/3**, 1/4***, 1/7***	0,250 (0,314)	0,620 (0,493)	0,130 (0,193)	**
Крупная белая, тип УКБ 1 (100 голов)	A– 0,34, B– 0,66	2/1**, 2/3***, 2/4***, 2/6**, 2/7***,	0,120 (0,116)	0,450 (0,449)	0,430 (0,435)	нд
Крупная белая, тип УКБ 3 (149 голов)	A– 0,74, B– 0,26	3/1**, 3/2***, 3/7***,	0,651 (0,548)	0,181 (0,385)	0,168 (0,067)	***
Крупная черная (100 голов)	A– 0,78, B– 0,22	4/1***, 4/2***, 4/7**	0,840 (0,608)	0,140 (0,343)	0,020 (0,049)	***
Мейшан (10 голов)	A– 0,60, B– 0,40	5/7*	0,200 (0,360)	0,800 (0,480)	0,000 (0,160)	*
Пьетрен (10 голов)	A– 0,83, B– 0,17	6/2**	0,800 (0,689)	0,100 (0,282)	0,100 (0,029)	нд
Полтавская мясная (100 голов)	A– 0,93, B– 0,07	7/1***, 7/2***, 7/3***, 7/4**, 7/5*	0,890 (0,857)	0,070 (0,137)	0,040 (0,005)	***

Примечание. В скобках приведены теоретически ожидаемые частоты генотипов. P<sub>1</sub> – уровень вероятности различий между породами и типами по частотам аллелей. Породы и типы обозначены в графе P<sub>2</sub> – уровень вероятности по критерию  $\chi^2$  при оценке отличия фактического распределения генотипов от теоретически ожидаемого. \* >0,950, \*\* >0,990, \*\*\* >0,999; нд – недостоверно.

ниже. Таким образом, в целом наблюдается определенное соответствие между частотой ESR1 PvuII аллеля В в популяции свиней и уровнем многоплодия, присущим животным с таким генотипом.

Наши данные по частотам ESR-аллелей для свиней крупной белой породы вполне согласуются с результатами других авторов, исследовавших эту породу, в которых продемонстрирован достаточно широкий диапазон изменения частот аллелей гена рецептора эстрогена 1. Так, в работах Коновал и др. [16] показано, что в трех популяциях крупной белой породы разного происхождения частота аллеля В составила по усредненным данным 0,29 (от 0,18 до 0,36), в популяциях свиней этой же породы белорусской селекции частота аллеля находилась на уровне 0,37–0,46 [17]. В работе Isler et al. [6] частота ESR аллеля В у крупной белой породы была 0,40, а по данным Лаломовой [18] отдельные популяции крупной белой породы, разводимой в Российской Федерации, характеризовались частотой аллеля В до 0,54–0,56. В работе Short et al. [2] частота этого аллеля для коммерческих линий свиней, основанных на крупной белой породе, находилась в пределах 0,64–0,74.

В полтавской мясной породе частота благоприятного аллеля В составила всего 0,07, что существенно отличается от результатов анализа полиморфизма локуса ESR для другой отечественной породы такого же направления продуктивности – украинской мясной, где его частота находилась на уровне 0,41 [19]. Учитывая тот факт, что на заключительных этапах создания полтавской мясной породы широко использовались животные породы ландрас, в популяциях которых аллель В может и вовсе отсутствовать [5, 18], полученный нами результат представляется вполне закономерным.

Что касается распределения генотипов, то наиболее высокая частота варианта ВВ наблюдалась в популяции УКБ 1. При этом в исследуемом стаде фактическое распределение генотипов совпадало с ожидаемым, что свидетельствовало об отсутствии селекционного давления на локус ESR1. В популяциях КБА, УКБ 3, крупной черной и полтавской

мясной пород наблюдалось отклонение от нормального распределения генотипов по Харди-Вайнбергу: для КБА – в сторону увеличения числа гетерозигот, для остальных – в сторону увеличения гомозиготных генотипов (для крупной черной увеличение частоты генотипа АА и уменьшение ВВ). В последнем случае, очевидно, селекция направлена на закрепление достигнутого уровня продуктивных и/или биологических признаков путем умеренного инбридинга, следствием которого и является переход отдельных локусов в гомозиготное состояние. Интересно, что в крупной черной породе смещение распределения идет именно в сторону увеличения частоты генотипа АА, тогда как частота генотипа ВВ так же, как и гетерозиготного, меньше по сравнению с ожидаемой. Очевидно, селекция в последнем случае не акцентирована на улучшении показателей репродукции, что и отражается на частотах генотипов ВВ и АВ. В целом результаты анализа распределения ESR1 PvuII-аллелей и генотипов свидетельствуют о возможности проведения MAS-селекции во всех изученных породах и типах свиней.

С целью определения ассоциации ESR1 PvuII-генотипов с репродуктивными качествами свиноматок крупной белой породы исследовали популяцию свиней УКБ 3, которая характеризовалась благоприятным для анализа распределением контрастных генотипов. На фоне низкого числа гетерозиготных животных имелось большое количество свиноматок с генотипами АА и ВВ. По результатам ESR1-типирования животные были разделены на три группы: I – свиноматки с генотипом АА, II – АВ и III группа – ВВ. Между группами проводилось сравнение основных показателей репродуктивных качеств свиноматок: многоплодия (количество поросят, родившихся живыми), числа всех новорожденных поросят и массы гнезда при отъеме поросят. Уровень этих показателей в данной популяции соответствовал уровню, характерному для крупной белой породы.

Установлено, что свиноматки с генотипом ВВ в среднем по 2–4 опоросам имеют в гнезде на 1,37 поросят больше, чем животные

с генотипом AA. Число всех новорожденных поросят на гнездо у гетерозиготных животных по данным трех опоросов на 0,66 головы больше, чем число поросят у свиноматок с генотипом, гомозиготным по аллелю А (табл. 2). Таким образом, вклад одной копии аллеля В составляет 0,66–0,68 головы новорожденных поросят на гнездо, что вполне согласуется с результатами, полученными в работах [2, 3] как для коммерческих линий свиней, созданных

на основе крупной белой породы, так и для крупной белой породы [19]. Наибольшие различия по числу новорожденных поросят между группами свиноматок с генотипами ВВ и АА наблюдались в третьем и четвертом опоросах (1,43 и 1,98 голов соответственно). На эти опоросы приходилось и наибольшее число новорожденных поросят. Анализ числа поросят, родившихся живыми, также подтверждает преимущество свиноматок с гено-

Таблица 2

Связь между ESR1 PviII-генотипами свиноматок и числом всех новорожденных поросят

№ опороса	Группы свиноматок по ESR-генотипу		
	I (ESR AA)	II (ESR AB)	III (ESR BB)
2	12,13 ± 0,37	11,67 ± 0,69	12,41 ± 0,78
3	12,49 ± 0,45 *	13,93 ± 0,86	14,33 ± 0,86 *
4	12,31 ± 0,51 *	13,30 ± 1,31	14,29 ± 0,96 *
2–4 (в среднем)	12,31	12,97	13,68

\* P > 0,950.

Таблица 3

Связь между ESR1 PviII-генотипами свиноматок и их многоплодием

№ опороса	Группы свиноматок по ESR1-генотипам		
	I (ESR1 AA)	II (ESR1 AB)	III (ESR1 BB)
2	11,60 ± 0,05	10,94 ± 0,66	11,00 ± 0,66
3	11,64 ± 0,47 *	12,21 ± 1,11	13,40 ± 0,883 *
4	10,71 ± 0,49 **	12,40 ± 1,25	13,00 ± 1,04 **
2–4 (в среднем)	11,32	11,85	12,47

\* P > 0,950; \*\* P > 0,990.

Таблица 4

Связь между ESR1 PviII-генотипами свиноматок и массой их гнезда, кг

№ опороса	Группы свиноматок по ESR-генотипам		
	I (ESR AA)	II (ESR AB)	III (ESR BB)
2	185,12 ± 6,13	180,26 ± 11,37	166,83 ± 12,65
3	183,67 ± 7,79	195,82 ± 17,58	199,52 ± 20,04
4	176,08 ± 8,15 **	209,26 ± 17,59 *	211,02 ± 12,98 **
2–4 (в среднем)	181,62	195,11	192,46

\*\* P > 0,990.



типами ESR1 BB и ESR1 AB над свиноматками с генотипом ESR1 AA (табл. 3). Так, по 2–4 опоросам в среднем у свиноматок с генотипом ESR1 BB и ESR1 AB было больше поросят, родившихся живыми, чем у свиноматок с генотипом ESR1 AA, на 1,15 и 0,53 поросенка соответственно. Вклад одной копии ESR1 аллеля В составляет 0,53–0,57 поросенка на гнездо.

Наибольшая разница между группами животных с генотипом ESR1 BB и ESR1 AA зарегистрирована в четвертом опоросе – 2,29 поросенка, тогда как в третьем опоросе она была на уровне 1,76, а во втором – отсутствовала.

Определена также зависимость массы гнезда свиноматок от генотипа по гену рецептора эстрогена 1 (табл. 4). Установлено, что у животных с генотипом ESR1 PvuII BB масса гнезда выше, чем у свиноматок с генотипом ESR1 PvuII AA по результатам 2–4 опоросов в среднем на 10,84 кг. Значительное (почти на 35 кг) преимущество по показателям массы гнезда животных с генотипом ESR1 PvuII BB над свиноматками ESR1 PvuII AA наблюдалось в четвертом опоросе.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о связи показателей репродуктивных качеств свиноматок крупной белой породы (тип УКБ 3) с их ESR1 PvuII-генотипами, и соответствующая MAS-селекция может быть вполне эффективной.

Однако, как уже отмечалось, основанный на ESR1 PvuII-полиморфизме маркер не является прямым генетическим и не выявляет непосредственно тот нуклеотид, замена которого вызывает изменение в структуре и, соответственно, в функции рецепторного белка или изменения в регуляции экспрессии гена, процессинге про-мРНК. Такой нуклеотид получил название нуклеотида количественного признака (QTN, quantitative trait nucleotide). Поиск QTN в локусе гена рецептора эстрогена 1 пока лишь указал на те SNP, которые ассоциированы с многоплодием и другими признаками репродукции. Так, кроме PvuII-полиморфизма, установлена ассоциация SNP 1227 C > T с числом новорожденных поросят. Упомянутый полиморфизм имеет место в кодирующей части гена,

однако связан с «молчащей» мутацией, которая не приводит к аминокислотной замене. Следовательно, SNP 1227 C > T так же, как ESR1 PvuII, не является QTN и относится к генетическим маркером LD-типа и в перспективе может использоваться в маркерной селекции. Вместе с тем в гене ESR2 обнаружен SNP 949 G > A, который находится в его 5-м экзоне и является причиной полиморфизма белкового продукта гена – замена Val317Met [3]. И хотя такая замена, как предполагается, в итоге приводит к существенному изменению третичной структуры рецептора, ассоциация SNP 949 G > A с репродуктивными признаками животных не обнаружена. Возможно, физиологический эффект мутации имеет другое направление.

V.N. Balatsky, A.M. Sayenko, L.P. Grishina

POLYMORPHISM OF ESTROGEN 1 RECEPTOR LOCUS IN POPULATIONS OF PIGS OF DIFFERENT GENOTYPES AND ITS ASSOCIATION WITH REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS IN LARGE WHITE SOWS

Populations of Large White, Large Black, Poltava Meaty, Pietrain and Meishan pigs are characterized by intron PvuII-polymorphism in the estrogen 1 receptor gene (ESR1). The breeds differ in ESR1-allele frequencies and genotypes. In the populations there are deviations in genotype distribution from Hardy-Weinberg equilibrium. Established estrogen 1 receptor locus association with reproductive properties of Large White sows indicates possibility of using intron ESR1 PvuII-polymorphism as genetic multifoetus marker in pig selection.

В.М. Балацький, А.М. Саєнко, Л.П. Гришина

ПОЛІМОРФІЗМ ЛОКУСУ РЕЦЕПТОРА ЕСТРОГЕНА 1 В ПОПУЛЯЦІЯХ СВИНЕЙ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ ТА ЙОГО АСОЦІАЦІЯ З РЕПРОДУКТИВНИМИ ОЗНАКАМИ СВИНОМАТОК ВЕЛИКОЇ БІЛОЇ ПОРОДИ

Популяції свиней порід велика біла, велика чорна, полтавська м'ясна, а також п'єтрен і мейшан характеризуються інтронним PvuII-поліморфізмом за геном рецептора естрогена 1. Спостерігаються відмінності між породами за частотою алелів і генотипів, а в популяціях – відхилення в розподілі генотипів від рівноваги за Гарді-Вайнбергом. Встановлено асоціацію локусу рецептора естрогена 1 з репродуктивними якостями сви-

номаток великої білої породи, що свідчить про можливість використання інтронного PvuII-поліморфізму як генетичного маркера багатоплідності в селекції свиней.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Rothschild M., Jacobson C., Vaske D. et al.* The estrogen receptor locus is associated with a major gene influencing litter size in pigs // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* – 1996. – **93.** – P. 201–205.
2. *Short H.T., Rothschild F. M., Southwood O.I. et al.* Effect of the estrogen receptor locus on reproduction and production traits in four commercial pig lines // *J. Anim. Sci.* – 1997. – **75.** – P. 3138–3142.
3. *Munoz G., Ovilo C., Estelle J. et al.* Association with litter size of new polymorphism on ESR1 and ESR2 genes in a Chinese-European pig line // *Genet. Sel. Evol.* – 2007. – **39.** – P. 195–206.
4. *Kaminski S., Rusc A., Brym P.* Relation between AvaI polymorphism within the estrogen receptor gene (ESR) and meatiness in Polish Large White boars // *J. Appl. Genet.* – 2003. – **44.** – P. 521–524.
5. *Drogemuller C., Thieven U., Harlissius B.* An AvaI and a MspAII polymorphism at the porcine oestrogen receptor (ESR) gene // *Anim. Genet.* – 1997. – **28.** – P. 59.
6. *Isler B.J., Urvin K.M., Neal S.M. et al.* Examination of the relationship the estrogen receptor gene and reproductive traits in swine // *J. Anim. Sci.* – 2002. – **80.** – P. 2334–2339.
7. *Chen K.F., Huang L.S., Li N. et al.* The genetic effect of estrogen receptor (ESR) on litter size traits in pig // *Yi Chuan Xue Bao.* – 2000. – **27.** – P. 853–857.
8. *Van Rens B.T.T.M., de Groot P.N., Van der Lende T.* The effect of estrogen receptor genotype on litter size and placental traits at term in F2 crossbred gilts // *Theriogenology.* – 2002. – **57.** – P. 1635–1649.
9. *Horogh G., Zsolnai A., Komiosi I. et al.* Oestrogen receptor genotypes and litter size in Hungarian Large White pigs // *J. Anim. Breed. Genet.* – 2005. – **122.** – P. 56–61.
10. *Gibson J.P., Jiang Z.H., Robinson J.A. et al.* No detectable association of the ESR PvuII mutation with sow productivity in a Meishan × Large White F2 population // *Anim. Genet.* – 2002. – **33.** – P. 448–450.
11. *Drogemuller C., Hamann H., Distl O.* Candidate gene markers for litter size in different German pig lines // *J. Anim. Sci.* – 2001. – **79.** – P. 2565–2570.
12. *Noguera J.L., Varona L., Gomez-Raya L. et al.* Estrogen receptor polymorphism in Landrace pigs and its association with litter size performance // *Livest. Prod. Sci.* – 2003. – **82.** – P. 53–59.
13. *Walsh P.S., Metzger D.A., Higuchi R.* Chelex 100 as a medium for extraction of DNA for PCR-based typing from forensic material // *BioTechniques.* – 1991. – № 10. – P. 506–509.
14. *Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Д.* Молекулярное клонирование : Пер. с англ. /Под ред. А.А. Баева. – М.: Мир, 1984. – 479 с.
15. *Лакин Г.Ф.* Биометрия – М.: Высш. шк., 1973. – 343 с.
16. *Коновал О.М., Костенко С.О., Спиридонов В.Г., Мельничук С.Д.* Генетична структура української популяції свиней породи велика біла за геном естроген-рецептора // *Доп. НАН України.* – 2008. – № 3. – С. 149–151.
17. *Журина Н.В.* Применение гена эстрогенового рецептора в маркерной селекции свиней на повышение репродуктивных признаков : Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Жодино, 2007. – 22 с.
18. *Лаломова Е.В.* Полиморфизм свиней по генам эстрогенового, пролактинового и рианодинного рецепторов : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Лесные Поляны, Моск. обл., 2007. – 23 с.
19. *Сидоренко О.В.* Застосування маркер-асоційованої селекції у свинарстві // *Матеріали VIII наук. конф. молодих вчених та аспірантів.* – Чубинське, 2010. – С. 65–66.

Поступила 24.03.11