

УДК 636.082.232

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХРЯКОВ ПОРОД КРУПНАЯ БЕЛАЯ И ЛАНДРАС ПО ГЕНАМ РЕЦЕПТОРОВ ЭСТРОГЕНА И ПРОЛАКТИНА

В. И. Шеремета, А. С. Опанасенко
sheremetavi@ukr.net

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,
Украина, Киев–43022, ул. Героев Оборона, 15

Исследования проводили с целью оценки генетического потенциала хряков-производителей пород ландрас и крупная белая по генам рецепторов эстрогена (ESR) и пролактина (PRLR), установлению уровня и различий по спермопродуктивности разных носителей генотипов этих генов.

Геномную ДНК получали с крови с помощью реактивов в комплекте «ДНК-сорб В» (Амплисенс, Россия). Анализ генотипов свиней проводили методом ПЦР-ПДРФ (полимеразная цепная реакция, полиморфизм длин рестриктивных фрагментов). В полученный продукт после амплификации генов ESR и PRLR при температуре 37 °С вносили рестриктазы соответственно Pvu II и Alu I [4] и выдерживали 12–14 часов. Полученные после рестрикции фрагменты разделяли в 4 % агарозном геле (Хеликон, Россия). Для генотипов по гену ESR были получены фрагменты: AA — 120 п. н.; BB — 65 п. н. и 55 п. н.; AB — 120 п. н., 65 п. н. и 55 п. н. Генотипам по гену PRLR соответствовали следующие фрагменты: AA — 85 п. н., 59 п. н., 19 п. н.; BB — 104 п. н., 59 п. н.; AB — 104 п. н., 85 п. н., 59 п. н., 19 п. н.

Установлено, что в анализируемой выборке хряков пород ландрас и крупной белой есть количественные различия в генотипах по генам PRLR и ESR. Так, все исследованные

хряки породы ландрас и большинство (60 %) крупной белой были гетерозиготами по генотипу АВ гена ESR. Тогда как, по гену пролактин-рецептора встречаются единичные гетерозиготные особи, а большинство производителей обеих пород имеют гомозиготный генотип ВВ. Породные различия состоят в том, что в породе ландрас хряки имели только гетеризиготный генотип по гену ESR, а в крупной белой было 40 % животных с гомозиготным доминантным генотипом АА. в породе ландрас частота аллеля А по гену PRLR выше на 12 %, чем в производителей крупной белой.

Хряки породы ландрас разных генотипов превосходят по показателям спермопродуктивности производителей крупной белой породы. В пределах каждой породы, не установлено преимуществ по спермопродуктивности хряков одного из генотипов по генам рецепторов PRLR и ESR.

Ключевые слова: ХРЯК, ГЕН-РЕЦЕПТОР ПРОЛАКТИНА, ГЕН-РЕЦЕПТОР ЭСТРОГЕНА, ГЕНОТИП, ЧАСТОТА, АЛЛЕЛЬ, КОНЦЕНТРАЦИЯ, СПЕРМИЙ, ЭЯКУЛЯТ, КОЛИЧЕСТВО СПЕРМИЕВ, КРОВЬ

MOLECULAR GENETIC ANALYSIS BOAR BREEDS MAJOR WHITE AND LANDRACE GENES BY ESTROGEN AND PROLACTIN RECEPTORS

V. I. Sheremeta, A. S. Opanasenko
sheremetavi@ukr.net

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Heroes of Defense Str., 15, Kiev–43022, Ukraine

The studies were conducted to assess the genetic potential of breeding boars breeds

Landrace and Large White on the genes of estrogen receptor (ESR) and prolactin (PRLR),

establishing the level and differences in sperm-productivity in various media of genotypes of these genes.

Genomic DNA was gathered from blood using reagents supplied in the «DNA-sorb B» (AmpliSens, Russia). The Analysis of the genotypes of pigs were conducted by PCR-RFLP (polymerase chain reaction, length's polymorphism of the restriction fragments). In the obtained product, after amplification of genes ESR and PRLR at 37 °C, was plugged in restriction enzyme Pvu II and Alu I respectively and aged for 12–14 hours. Received restriction fragments were separated in a 4 % agarose gel (Helicon, Russia). There were obtained fragments, for the genotype by the ESR gene: AA — 120 bp., BB — 65 bp. and 55 bp., AB — 120 bp., 65 bp. and 55 bp. PRLR genotypes in gene fragments corresponded to the following: AA — 85 bp., 59 bp., 19 bp., BB — 104 bp., 59 bp., AB — 104 bp., 85 bp., 59 bp., 19 bp.

It was found that in the analyzed sample of boars Landrace and Large White there is the quantitative differences in the genotypes of the genes PRLR and ESR. Thus, all studied Landrace boars and most (60 %) of large white were

heterozygous genotype AB gene ESR. Whereas, in prolactin receptor gene observed single heterozygous individuals, and most maker of both breeds are homozygous have genotype BB. Breed differences relates to the fact that the breed Landrace boars had only heterozygous genotype for the gene ESR, and the breed «Large white» have 40 % of the animals with the AA genotype. In Landrace breed frequency of allele A in gene PRLR is higher up to 12 % compared to the «Large white» breed. Moreover, Landrace boars with different genotypes outscored sperm-productivity manufacturers of large white breed. Within each species, not found benefits of boars sperm-productivity one of the genotypes of the genes and receptors PRLR ESR.

Key words: BOARS, GENE PROLACTIN RECEPTOR, GENE ESTROGEN RECEPTOR, GENOTYPE FREQUENCIES, ALLELE, CONCENTRATION, SPERM, EYACULATE, QUANTITY SPERMS, BLOOD

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ КНУРІВ ПОРІД ВЕЛИКА БІЛА ТА ЛАНДРАС ЗА ГЕНЕМИ РЕЦЕПТОРІВ ЕСТРОГЕНУ І ПРОЛАКТИНУ

В. І. Шеремета, О. С. Опанасенко
sheremetavi@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
 Україна, Київ–43022, вул. Героїв Оборони, 15

Дослідження проводили з метою оцінки генетичного потенціалу кнурів-плідників порід ландрас і велика біла за генами рецепторів естрогену (ESR) та пролактину (PRLR), встановлення рівня і відмінностей спермопродуктивності різних носіїв генотипів цих генів.

Геномну ДНК отримували з крові за допомогою реактивів у комплекті «ДНК-сорб В» (Амплісенс, Росія). Аналіз генотипів свиней проводили методом ПЛР-ПДРФ (полімеразна ланцюгова реакція, поліморфізм довжин рестриктних фрагментів). В отриманий продукт після ампліфікації генів ESR і PRLR при температурі 37 °C вносили рестриктази відповідно Pvu II і Alu I і витримували 12–14 годин. Отримані після рестрикції фрагменти розділяли в 4 % агарозному гелі (Хелікон, Росія). Для генотипів за геном ESR були

отримані фрагменти: AA — 120 п. н.; BB — 65 п. н. і 55 п. н.; AB — 120 п. н., 65 п. н. і 55 п. н. Генотипам за геном PRLR відповідали наступні фрагменти: AA — 85 п. н., 59 п. н., 19 п. н.; BB — 104 п. н., 59 п. н.; AB — 104 п. н., 85 п. н., 59 п. н., 19 п. н.

Встановлено, що в аналізованій вибірці кнурів порід ландрас і великої білої є кількісні відмінності в генотипах за генами PRLR і ESR. Так, всі досліджені кнури породи ландрас і більшість (60 %) великої білої були гетерозиготами за генотипом AB гена ESR. Тоді як, за геном пролактин-рецептора зустрічаються поодинокі гетерозиготні особини, а більшість плідників обох порід мають гомозиготний генотип BB. Породні відмінності полягають у тому, що в породі ландрас кнури мали тільки гетерозиготний генотип за геном ESR, а у великій білій було

40 % тварин з генотипом AA. У породі ландрас частота алелі А за геном PRLR вище на 12 %, ніж у плідників великої білої. Кнури породи ландрас різних генотипів перевершують за показниками спермопродуктивності плідників великої білої породи. У межах кожної породи, не встановлено переваги за спермопродуктивністю кнурів одного з генотипів за генами рецепторів PRLR і ESR.

Ключові слова: КНУРИ, ГЕН-РЕЦЕПТОР ПРОЛАКТИНУ, ГЕН-РЕЦЕПТОР ЕСТРОГЕНУ, ГЕНОТИП, ЧАСТОТА, АЛЕЛЬ, КОНЦЕНТРАЦІЯ СПЕРМІЇВ, ЕЯКУЛЯТ, КІЛЬКІСТЬ СПЕРМІЇВ, КРОВ

Для ведення ефективної селекційно-племенної роботи в області свиноводства особе внимание следует уделять отбору высокопродуктивных хряков-производителей. Современное развитие биотехнологических методов генетического анализа позволяет определять генотипы производителей по генах, которые отражают генетический потенциал хряков по репродуктивным способностям, что актуально, поскольку имеет важное селекционное, экономическое и практическое значение.

Ген рецептора эстрогена (ESR) один из наиболее изученных среди генов, ассоциированных с показателями воспроизводительной способности. Локализуется данный ген на хромосоме 1. Через действие гена реализуется действие половых гормонов эстрогенов. Вторым гормоном который связан с воспроизводительной функцией является пролактин функционирование которого обеспечивает ген рецепторов PRLR. Установлено, что лучшая воспроизводительная способность наблюдается у хряков, имеющих по генах ESR и PRLR аллели В и А, соответственно [1, 2].

Пролактин и эстроген-рецепторы участвуют в регуляции воспроизводительной функции, поэтому для более точного прогнозирования при отборе и подборе, а также для оценки

репродуктивной способности производителей необходимо осуществлять их генотипирование одновременно по двум локусам ESR и PRLR. С точки зрения биологии воспроизводства, а также для селекционного процесса важно установить особенности воспроизводительной способности хряков разных пород и генотипов генов ESR и PRLR.

Цель работы заключалась в сравнительной оценке генетического потенциала хряков-производителей породы ландрас и крупная белая по генам рецепторов эстрогена и пролактина, установлении уровня и различий по спермопродуктивности разных носителей генотипов этих генов.

Материалы и методы

Исследования проводили на базе племзавода ЗАО «Агрокомбинат Калита» Броварского района Киевской области. Для опыта отобрали 21 хряка — 11 животных породы крупная белая и 10 ландрас. По гену ESR было оценено 19 животных (10 хряков крупной белой породы и 9 породы ландрас), генотип гена PRLR определили в 21 производителя.

Генетический анализ проведен на базе лаборатории Института разведения и генетики животных НААН Украины. Геномную ДНК выделили из крови животных, которую получили из ушной вены в одноразовые вакуумные пробирки Vacutest объемом 6 мл, содержащие антикоагулянт EDTA-K3 (этилендиаминтетраацетат). Геномную ДНК получали с помощью реактивов в комплекте «ДНК-сорб В» (Амплиценс, Россия). Анализ генотипов свиней проводили методом ПЦР-ПДРФ (полимеразная цепная реакция, полиморфизм длин рестриктных фрагментов) [3]. В полученный продукт после амплификации генов ESR и PRLR при температуре 37 °C вносили рестриктазы соответственно *Pvu II* и *Alu I* [4] и выдерживали 12–14 часов. Полученные после рестрикции фрагменты

разделяли в 4 % агарозном геле (Хеликон, Россия). На трансиллюминаторе в ультрафиолетовом свете проводили визуализацию электрофореграмм. После рестрикции гена ESR были получены фрагменты для генотипов: AA — 120 п. н.; BB — 65 п. н. и 55 п. н.; AB — 120 п. н., 65 п. н. и 55 п. н. Генотипам по гену PRLR соответствовали следующие фрагменты: AA — 85 п. н., 59 п. н., 19 п. н.; BB — 104 п. н., 59 п. н.; AB — 104 п. н., 85 п. н., 59 п. н., 19 п. н.

Анализ воспроизводительной способности производителей проводили по

показателям спермопродуктивности — объему эякулята, концентрации спермиев и количества спермиев в эякуляте, согласно первичного зотехнического учета. Статистическую обработку результатов исследований осуществляли с помощью программы Excel.

Результаты и обсуждение

На основе полученных результатов и проведенных расчетов определили частоты генотипов и аллелей генов ESR та PRLR, представленных в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Частоты генотипов и аллелей гена эстроген-рецептора хряков

Порода	Количество животных, гол		Генотипы		Аллели	χ^2
Крупная белая	10	4	AA	0,4±0,155	A 0,70±0,040 B 0,30±0,061	33,27*
		6	AB	0,6±0,155		
		-	BB	-		
Ландрас	9	-	AA	-	A 0,50±0,059 B 0,50±0,059	27,00*
		9	AB	1,0±0,000		
		-	BB	-		
По двум породам	19	4	AA	0,12±0,093	A 0,6±0,036 B 0,4±0,044	57,44*
		15	AB	0,79±0,093		
		-	BB	-		

Примечание: * — $p < 0,001$ разница между фактическим и ожидаемым распределением согласно закону Харди-Вайнберга

Хряков с генотипом BB по гену ESR не было обнаружено среди животных анализируемой выборки. Частота гомозиготного генотипа AA в производителей крупной белой породы составляет 40 %. Все исследованные хряки породы ландрас и большинство (60 %) крупной белой были гетерозиготами AB по генотипу гена ESR (табл. 1).

Анализ результатов генотипирования гена PRLR показал, что большинство опытных животных имели гомозиготный генотип BB, частота которого по породам крупная белая и ландрас составляла соответственно 73 и 60 %. В анализируемой выборке хряков крупной белой породы носителей генотипа AA было в четыре раза меньше, чем BB. Тогда как у производителей породы

ландрас всего лишь в два раза. Поэтому частота аллеля A в породе ландрас больше на 12 %, чем в производителей крупной белой (табл. 2).

Итак, в данной выборке хряков по эстроген-рецептору в породах ландрас и крупной белой с высокой частотой встречаются производители с гетерозиготным генотипом. Тогда как, по гену пролактин-рецептора встречаются единичные гетерозиготные особи, а большинство производителей обеих пород имеют гомозиготный доминирующий генотип BB. Породные различия состоят в том, что в породе ландрас хряки имели только гетеризиготный генотип по гену ESR, а в крупной белой было 40% животных с гомозиготным генотипом AA. По гену PRLR различия состоят в том, что

частота аллеля А в породе ландрас больше белой.
на 12 %, чем в производителей крупной

Таблица 2

Частоты генотипов и аллелей гена пролактин-рецептора хряков

Порода	Количество животных, гол		Генотипы		Аллели	χ^2
Крупная белая	11	2	AA	0,18±0,116	A 0,23±0,056 B 0,77±0,030	12,44*
		1	AB	0,09±0,086		
		8	BB	0,73±0,134		
Ландрас	10	3	AA	0,30±0,145	A 0,35 ±0,061 B 0,65±0,045	5,50*
		1	AB	0,10±0,095		
		6	BB	0,60±0,155		
По двум породам	21	5	AA	0,24±0,093	A 0,29±0,042 B 0,71±0,027	16,61*
		2	AB	0,09±0,062		
		14	BB	0,67±0,103		

Примечание: * — $p < 0,001$ (разница между фактическим и ожидаемым распределением согласно закону Харди-Вайнберга)

Следующий этап анализа состоял в определении связи спермопродуктивности хряков с разными генотипами генов ESR и PRLR.

Изучаемые показатели спермопродуктивности хряков характеризуются высокими коэффициентами варибельности, что

свидетельствует о значительных индивидуальных особенностях производителей в данной выборке. Хряки породы ландрас независимо от генотипа генов ESR и PRLR достоверно превосходили по изучаемым показателям спермопродуктивности производителей крупной белой породы (табл. 3).

Таблица 3

Спермопродуктивность хряков разных пород и генотипов

Показатель	Порода			
	крупная белая		ландрас	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
<i>Животные, оцененные по гену ESR (n тварин 19)</i>				
Количество хряков/ эякулятов	10 / 299		9 / 325	
Объем эякулята, мл	223,5±8,22	36,8	254,87±4,572*	32,3
Концентрация спермиев, млрд/мл	0,16±0,008	48,2	0,20±0,005*	47,4
Количество спермиев в эякуляте, млрд	39,97±2,843	71,13	52,35±1,602*	55,17
<i>Животные, оцененные по гену PRLR (n тварин 21)</i>				
Количество хряков/ эякулятов	11 / 322		10 / 376	
Объем эякулята, мл	218,6±4,64	32,1	262,08±4,440*	32,9
Концентрация спермиев, млрд/мл	0,16±0,004	49,2	0,21±0,005*	48,1
Количество спермиев в эякуляте, млрд	38,7±1,57	72,9	56,52±1,733*	59,5

Примечание: * — $p \leq 0,01$ разница достоверна между хряками крупной белой породы и ландрас

По гену ESR между хряками крупной белой породы с гетерозиготным генотипом AB и гомозиготным AA различия по показателям спермопродуктивности были в пределах

ошибки, что позволяет считать об их отсутствии (табл. 4). Аналогичную ситуацию наблюдали и другие исследователи [5].

Спермопродуктивність хряків в залежності від генотипа по гену ESR

Генотип	Кількість животних, гол.	Об'єм еякулята, мл	Концентрація спермиев, млрд/мл	Кількість спермиев в еякуляте, млрд
<i>Крупная белая</i>				
AA	4	185,25±30,412	0,13±0,025	26,28±7,243
AB	6	203,82±34,985	0,15±0,023	33,40±10,216
<i>Ландрас</i>				
AB	9	248,67±20,225	0,19±0,017	46,86±6,217
<i>По двум породам</i>				
AA	4	185,25±30,412	0,13±0,024	26,28±7,243
AB	15	230,72±17,402	0,17±0,013	41,48±5,182

Сравнительный анализ по спермопродуктивности между хряками разных пород, но с одинаковым гетерозиготным генотипом по гену ESR показал, что в производителей породы ландрас по сравнению с крупной белой объем эякулята и концентрация спермиев были больше на 22 и 27 %. Соответственно количество спермиев в эякуляте у хряков породы ландрас было больше на 40 %.

Установлено, что в анализируемой выборке большинство животных по гену пролактин-рецептора в обеих породах имеют гомозиготный генотип BB. В пределах каждой породы эти хряки не уступали по показателям спермопродуктивности животным с генотипом AA по гену PRLR.

При этом прослеживаются породные различия в зависимости от генотипа. Хряки породы ландрас генотипов AA, AB, и BB превосходили производителей крупной белой по объему эякулята, концентрации спермиев, количеству спермиев в эякуляте на 41,9, 72,7 и 24,4 % соответственно (табл. 5).

Количество животных с генотипами AA и AB по гену PRLR достаточно мала и при анализе, очевидно, большое влияние на показатели спермопродуктивности имели индивидуальные особенности животных. Поэтому для увеличения выборки животных по каждому генотипу, хряков обеих пород объединили в одну группу. Анализ полученных данных показал, что животные с генотипом AA превосходили

по объему эякулята на 8,6 %, концентрации спермиев на 14,9 % и количеству спермиев в эякуляте на 12,5 % производителей с генотипом BB. Но учитывая, что разница средних значений между этими генотипами недостоверна и находится в пределах ошибки, мы считаем, что некорректно говорить о преимуществе по показателям спермопродуктивности носителей генотипа AA по гену PRLR над производителями с генотипом BB. У хряков крупной белой породы польской селекции установлено достоверное увеличение концентрации спермиев в производителей с генотипом AA по сравнению с животными носителями генотипа BB.

При этом больший объем спермы наблюдался у хряков-носителей аллеля B [6, 7].

О. А. Епишко с соавторами [8, 9], у производителей породы дюрок не установили связи с спермопродуктивностью у носителей гена эстроген-рецептора, но ассоциировали ее с полиморфизмом по гену PRLR. Хряки по гену пролактин-рецептора с генотипом AA по объему эякулята и выживаемостью спермиев достоверно превосходили на 27 и 19,5 % носителей генотипа BB.

Анализ литературных источников и экспериментальных данных позволяют считать о незначительной роли эстрогенов в регуляции спермопродуктивности хряков. Тогда как пролактин, самостоятельно или совместно с гормонами щитовидной железы, очевидно, влияет на обмен в

придаточных желез, что способствует увеличению объема эякулята и выживаемости спермиев. При этом их действие в породах различается у разных генотипов данного гена. Установлено [10], что основные показатели спермопродуктивности хряков (объем эякулята, концентрация спермиев),

обусловлены уровнем тестостерона и лютропина в крови самцов. Поэтому полиморфизм генов-рецепторов этих гормонов, возможно, был бы в большей степени связанный с воспроизводительной способностью хряков.

Таблица 5

Спермопродуктивность хряков в зависимости от генотипа по гену PRLR

Генотип	Количество животных, гол.	Объем эякулята, мл	Концентрация спермиев, млрд/мл	Количество спермиев в эякуляте, млрд
<i>Крупная белая</i>				
AA	2	191,25	0,15	29,77
AB	1	140,30	0,11	15,43
BB	8	199,53±28,176	0,14±0,019	31,14±7,954
<i>Ландрас</i>				
AA	3	271,30±25,056	0,20±0,029	54,69±11,177
AB	1	242,30	0,16	38,77
BB	6	248,29±24,365	0,20±0,019	49,32±7,591
<i>По двум породам</i>				
AA	5	239,28±26,524	0,18±0,022	44,72±9,337
AB	2	191,3	0,14	27,10
BB	14	220,42±19,671	0,16±0,015	38,93±5,932

Таким образом, установлено, что хряки породы ландрас разных генотипов, превосходят по показателям спермопродуктивности производителей крупной белой породы. В пределах одной породы по воспроизводительным способностям не установлено преимущества одного из генотипов. Поэтому в данной выборке хряков при проведении отбора и подбора производителей по спермопродуктивности не возможно отдать преимущество одному с генотипов генов ESR и PRLR.

Выводы

1. В анализируемой выборке хряков пород ландрас и крупной белой в большем количестве встречаются животные с гетерозиготным генотипом по гену эстроген-рецептора. Тогда как, по гену пролактин-рецептору встречаются единичные гетерозиготные особи, а большинство производителей обеих пород имеют гомозиготный генотип BB.

2. Породные различия состоят в том, что в породе ландрас хряки имели только гетеризиготный генотип по гену ESR, а в крупной белой было 40 % животных с гомозиготным доминантным генотипом AA. По гену PRLR различия состоят в том, что частота аллеля А в породе ландрас выше на 12 %, чем в производителей крупной белой.

3. Хряки породы ландрас разных генотипов генов PRLR и ESR превосходят по показателям спермопродуктивности производителей крупной белой породы.

4. По спермопродуктивности, в пределах каждой породы, не установлено преимущества хряков с разными генотипами по генам PRLR и ESR.

Перспективы следующих исследований. Изучить связь разных генотипов по исследуемым генам PRLR и ESR с индексами воспроизводства хряков пород ландрас и крупной белой.

1. Sidorenko O. V., Kostenko S. O. Molekuliarno-genetychnyyi analiz riznykh porid za

genom receptora estrogenu (ESR) [Molecular genetic analysis of different pig breeds by the estrogen receptor gene (ESR)]. *Visnyk Ukrainskoho tovarystva genetykiv ta selektsioneriv — Bulletin of the Ukrainian Society of geneticists and breeders*, 2011, vol. 9, no. 1, pp. 93–100 (in Ukrainian).

2. Konoval A. N., Kostenko S. O., Bilek K., Filkukova J. Investigation of polymorphism of pigs of large white breed by genes of economically useful traits. *Scientific reports of the National Agricultural University of Ukraine*, 2008, no. 8, pp. 53–58. Available at: <http://nd.nubip.edu.ua./no8/pp.53-58/>.

3. Short N. H., Rothschild M. F., Southwood O. I. Effect of the Estrogen Receptor Locus on Reproduction and production Traits in Four Commercial Pig Lines. *Anim. Sci.*, 1997 vol. 75, pp. 3138–3142.

4. Drogemuller C., Hamann H., Dist O. Candidate gene markers for litter size in different German pig lines. *J. Anim. Sci.*, 2001, vol. 79, pp. 2565–2570.

5. Kostenko S. O., Sydorenko E. V. Vlyianye polimorfisma gena receptora estrogena na reproductivnye i otkormochnye kachestva svinej [Effect of polymorphism of estrogen receptor gene and reproductive feeding quality pigs]. *Isvestiiia agrarnoi nauky — Proceedings of Agricultural Science*, 2012, vol. 10, no. 1, pp. 73–78 (in Ukrainian).

6. Kmiec M., Arkadiusz T. Associations between the prolactin receptor gene polymorphism and reproductive traits of boars, *Appl. Gene*, 2006 vol. 47, no. 2, pp. 139–141.

7. Kmiec M., Arkadiusz T. Prolactin receptor gene polymorphism in Polish Landrace boars. *Animal Science*, 2004, vol. 22 no. 4, pp. 529–532.

8. Yepishko O. A., Yepishko T. I., Sheyko R. I., Kalashnikova L. A. Assotsyatsyia genov ESR, PRLR, FSH β i ryr1 s vosproyzyvodytel'noi funstsiiej khriakov-proizvodytelej porod Belorusskaia miasnaia i Dyurok [Association of Genes ESR, PRLR, FSH β and ryr1 with the Reproductive Function of Boars Producing Species Belarusian Meat and Duroc]. *Tezy Dokladov Mezhdunarodnooi Nauchno-praktichnooi Konfrentsii 9–10 oct. Zhodino 2008 «Problevy intensifikatsii proizvodstva produktov zhyvotnovodstva»* [Tez Intern. Scientific-Practical. Conf., 9–10 oct. Zhodino 2008 «Problems Intensifikatsii Livestok Production»]. Zhodino, 2008, pp. 51–53 (in Belarus).

9. Yepishko O. A., Kalashnikova L. A., Yepishko T. I., Zhyurina N. V. Vlyianye genov ESR, PRLR, FSH β i RyR1 na reproductivnye pryznaki svinomatok i vosproyzyvodytel'nyu funstsiyu khriakov-proizvodytelej porody Dyurok [Effect of Gene ESR, PRLR, FSH β i RyR1 and the Reproductive Function of Boars Producing Breeds Duroc]. *Zootechnicheskaia Nauka Byelorussia — Zootechnical science in Belarus*, 2008, vol. 43, no. 1, pp. 42–48 (in Belarus).

10. Sheremeta V. I., Nowicki V. P. Vykorystania biologichno aktivnykh preparatov u formuvanni spermoproduktivnosti knuriv-plidnykiv [The use of biologically active agents in shaping sperm production of the boar sires]. *Visnyk agrarnoi nauky — Journal of Agricultural Science*, 2010, no. 9, pp. 28–32 (in Ukrainian).