

вплив на молочну продуктивність корів // Наук. вісник ЛНАВМ – Львів, 2004. – Т. 6 (№2), ч. 2. – С. 29-34. 5. Химический анализ лекарственных растений / [под ред. Гринкевич Н.И.] / М.: Высшая школа, 1983. – 176 с. 6. INRA-88. Institut de la Recherche Agronomique. INRA, Paris. 7. Michalet-Doreau B. Methodologie de la degradabilite in sacco de l'azote des aliments dans le Rumen / B. Michalet-Doreau, R. Verite // Bull. Tech. C. R. Z. V. Theix, INRA, 69. – 1987. – P. 5-7. 8. Normy żywienia bydła, owiec i koz, 1993. Wartość pokarmowa pasc dla przeżuwaczy. Praca zbiorowa. Kraków, Warszawa.

УДК 636.4.082.

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА ХРЯКОВ НЕМЕЦКОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО ГЕНУ IGF-2 (IN2) НА ОТКОРМОЧНЫЕ И МЯСНЫЕ КАЧЕСТВА ПОТОМКОВ

Дойлидов В. А., Карпов Е. Н.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

Михайлова М. Е., Камыш Н. А.

ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»

Усова Н. М.

РПСУП по племенному делу «Витебское племпредприятие»

Бохан Т. И.

СТК РСУП им. Машерова Сенненского района Витебской области

Наличие в генотипе отца аллеля В гена IGF-2 (in2) в целом положительно сказывается на скорости роста и мясных качествах его потомков. Неблагоприятное воздействие аллеля А подтверждается более низкой скоростью роста как самих гомозиготных по этому аллелю хряков-производителей пород ландрас и дюрок немецкой селекции, так и их потомков.

Presence in a genotype of the father of allele B gene IGF-2 (in2) as a whole positively affects growth rate and meat qualities of its descendants. The adverse effect of allele A proves to be true lower growth rate as homozygous on it of male pigs-manufacturers of breeds landrase and durok German selection, and their descendants.

Введение. Создание высокоспециализированных линий, типов и пород свиней, обладающих повышенными продуктивными и потребительскими качествами, в настоящее время невозможно без использования современных молекулярно-генетических методов. Использование ДНК-диагностики для отбора особей, несущих желательные аллели генов хозяйственно-ценных признаков, позволяет проводить их селекционную оценку уже в раннем возрасте, без учета изменчивости признаков, обусловленных внешней средой [4,5].

Маркер-зависимая селекция, т.е. отбор животных по генотипу, способствует быстрому накоплению в популяциях свиней желаемых аллелей генов, определяющих такие показатели как плодовитость, продуктивность, устойчивость к заболеваниям, и, как следствие, повышению эффективности производства свинины находит все более широкое распространение в странах с развитым свиноводством [2,3].

Известно, что рост и развитие животных, как биологический феномен, контролируется комплексом эндокринных, аутокринных и паратипических факторов. В свою очередь ген IGF-2 кодирует инсулиноподобный фактор роста 2, также известный как соматомедин А, который входит в семейство белковых ростовых факторов наряду с инсулином и релаксином и действует как стимулятор роста на клеточном уровне. Особая роль IGF2 отмечается в эмбриональный период: он регулирует рост плода, участвует в широком спектре процессов метаболизма, мио- и митогенеза, ингибировании апоптоза, пролиферации и дифференцировке клеток в эмбриональных тканях и плаценте. Аутокринная секреция белка IGF-2 играет значительную роль в дифференцировке клеток скелетной мышцы.

У свиней ген IGF2 локализован на 2-й хромосоме. Этот ген определен как ген-кандидат увеличения мышечной массы и отложения жира [5]. Ген IGF2 в геномах свиней может быть представлен несколькими аллельными вариантами, появление которых связано с одиночными нуклеотидными заменами во втором интроне (замена G→A), аллели А и В [5,7,8].

Предпочтительным является генотип IGF^{BB}. У свиней крупной белой породы (йоркшир), по данным ранее проводившихся исследований, доля генотипа AA была значительно ниже, чем генотипов BB и AB [6]. В то же время в популяции свиней крупной черной породы, отличающейся относительно высоким уровнем осаленности туши, обнаружены животные только с генотипом AA, а в ультрамясной породе пьетрен аллель А не обнаруживается вовсе [1].

В 3-м интроне гена IGF-2 также выявлена замена гуанина на аденин. Несущие данную мутацию свиньи отличаются повышенными среднесуточными приростами живой массы и мясностью туш, более низкой толщиной шпика. В то же время, по данным компании Genpex (Бельгия), не несущий замены аллель гена IGF-2 положительно связан с воспроизводительными качествами свиноматок, поэтому преимущественный отбор по плодовитости приводит к вымыванию хозяйственно-ценного аллеля из популяций, и снижению откормочных и мясных качеств [9].

В наследовании гена IGF-2 проявляется патернальный эффект – у потомства проявляется действие только отцовского аллеля, что значительно облегчает селекцию по данному гену, так как для достижения положительного эффекта у потомства достаточно тестировать только хряков.

Для повышения откормочных и мясных качеств отечественного поголовья свиней Центр генетики и селекции в свиноводстве Витебской области РПСУП по племенному делу «Витебское племпредприятие» были завезены хряки-производители немецкой селекции.

Целью наших исследований было изучение полиморфизма гена IGF-2 (in2) у хряков-производителей пород йоркшир, ландрас и дюрок немецкой селекции и выявление ассоциации отцовских генотипов с откормочными и мясными качествами потомков.

Материалы и методы. Объектом исследования явились хряки-производители пород немецкий йоркшир (24 гол.), немецкий ландрас (29 гол.) и немецкий дюрок (11 гол.), завезенные в Центр генетики и селекции в свиноводстве Витебской области РПСУП по племенному делу «Витебское племпредприятие», а также их потомки, поставленные на откорм в СТК РУСП им. Машерова Сенненского района Витебской области.

ДНК-тестирование подопытных животных на полиморфизм гена IGF-2 методом ПЦР-анализа проведено по взятым образцам ткани в условиях лаборатории генетики животных Института генетики и цитологии НАН Беларуси (таблица 1).

Таблица 1 – Последовательности праймеров, условия ПЦР и рестрикции для гена IGF-2 (in2)

Ген	Последовательность праймера	Фрагмент, п.н.	Условия ПЦР		Рестриктаза, температура
			t, °C	Время	
IGF2 (in2)	F: 5'- AGACTCTGTGCGGCGGGGAGCT -3'	1600	94°	5 мин	VspI (37°C)
			94°	30 сек	
	68°		30сек		
	72°		2 мин		
R: 5'- CGAGTGCGGTCCCCAATGGAT -3'	72°	10 мин			

При ДНК-идентификации свиней по гену IGF-2 (in2) после обработки рестриктазой *VspI*, генотип AA дает фрагменты размером 900 и 450 п.н., AB – 900, 800 и 450 п.н., а генотип BB – 800 и 450 п.н. соответственно. Данные ДНК-идентификации свиней по гену IGF-2 (in2) представлены на рисунке 1.

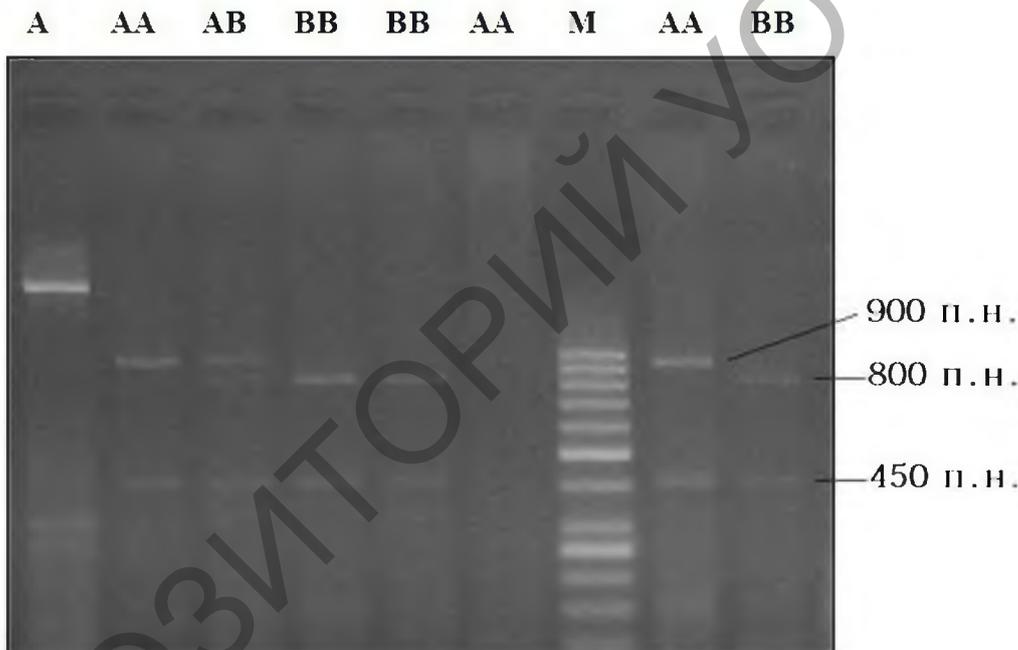


Рисунок 1 – Электрофореграмма продуктов рестрикции амплифицированного фрагмента по 2 интрону гена IGF2 (in2) в 2% агарозном геле. Представлены спектры фрагментов генотипов AA, AB, BB.

По результатам генетического анализа изучены генетическая структура популяций исследуемых пород свиней (частоты встречаемости аллелей и генотипов).

Спермой хряков немецкой селекции были осеменены помесные свиноматки (канадский йоркшир x канадский ландрас, канадский ландрас x канадский йоркшир), содержащиеся в условиях СТК РУСП им. Машерова. У потомков хряков была определена скорость роста на откорме (по 21-23 потомкам от каждого сочетания с учетом породы и генотипа отца). После убоя у потомков была измерена толщина шпика над 6-7 грудными позвонками, с помощью ультразвукового прибора Pig Log 105 были сканированы толщина шпика и высота «мышечного глазка» во II точке (на уровне третьего ребра от конца грудной клетки, отступив 7 см в сторону от центральной линии спины), а затем проведена обвалка с целью определения морфологического состава туш (по 6-8 левых полутуш от каждого сочетания с учетом породы и генотипа отца).

Цифровой материал, полученный по результатам исследований, обработан путем биометрического анализа. Рассчитаны такие показатели как средняя арифметическая величина признака (M), ошибка средней арифметической ($\pm m$), критерий достоверности разницы между средними арифметическими значениями сравниваемых групп по изучаемым признакам (td). При этом за контроль был взят нежелательный генотип по гену IGF2 (in2) – AA.

Результаты исследований. Анализ результатов генетических тестов, проведенных на хряках-

производителях хряков пород йоркшир, ландрас и дюрок немецкой селекции, позволил выявить частоты встречаемости аллелей гена IGF-2 (in2) (рисунок 2) и различных генотипов по данному гену (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение частот встречаемости генотипов гена IGF-2 (In2) у хряков-производителей немецкой селекции

п	Частоты генотипов, %		
	ВВ	АВ	АА
<i>Ландрас</i>			
29	27,6	48,3	24,1
<i>Йоркшир</i>			
24	79,2	20,8	-
<i>Дюрок</i>			
11	9,2	45,4	31,8

Как следует из данных таблицы, частота встречаемости предпочтительного генотипа ВВ у хряков породы дюрок самая низкая и составляет менее 10 %. Среди хряков породы йоркшир отмечается наибольшее количество животных с желательными генотипами. Частота встречаемости гетерозиготного генотипа АВ у животных варьировала в достаточно широком диапазоне – от 20,8 % у хряков породы йоркшир до 48,3 % у хряков породы ландрас. Среди хряков породы йоркшир отсутствуют животные с нежелательным рецессивным гомозиготным генотипом АА.

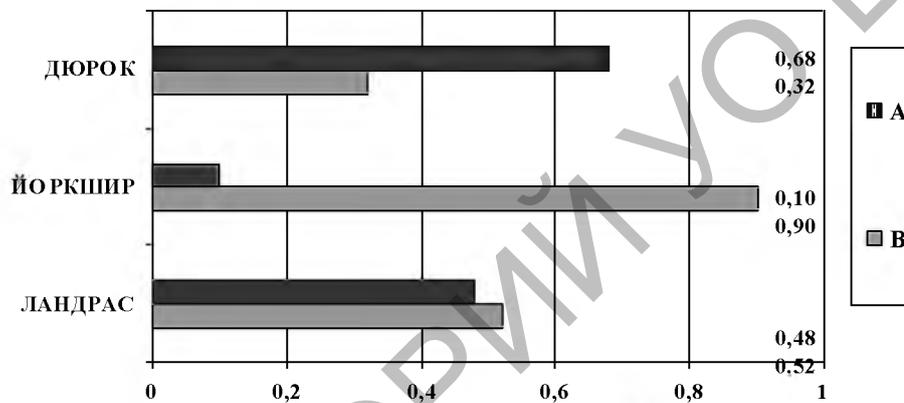


Рисунок 2 – Распределение аллелей гена IGF-2 (In2) у хряков разных пород

Как следует из данных рисунка, у хряков породы йоркшир частота встречаемости предпочтительного с точки зрения повышения откормочных и мясных качеств аллеля В гена IGF2 (in2) составила 90 %. Среди хряков породы ландрас частоты встречаемости желательного и нежелательного аллелей примерно равны. В группе хряков породы дюрок с большой частотой – 68% – встречается нежелательный аллель А, что не характерно для данной породы и может быть отнесено на счет случайного подбора носителей данного аллеля при формировании группы хряков для продажи.

Для подтверждения воздействия благоприятных и нежелательных аллелей гена IGF2 (in2) на откормочные качества свиней, был проведен анализ данных собственной продуктивности завезенных хряков (таблица 3).

Таблица 3 – Собственная продуктивность хряков пород йоркшир, ландрас и дюрок немецкой селекции в зависимости от генотипа по гену IGF2 (in2)

Генотипы хряков	п	Среднесуточный прирост за период выращивания до живой массы 100 кг, г
<i>Йоркшир</i>		
ВВ	19	705±9,4
АВ	5	704±22,4
<i>Ландрас</i>		
ВВ	8	721±15,6
АВ	14	717±10,7
ВВ + АВ	22	719±6,4
АА	7	683±11,3
<i>Дюрок</i>		
ВВ	1	684
АВ	5	759±16,5
ВВ + АВ	6	744±16,1
АА	5	712±14,6

Исходя из данных таблицы, при сравнении скорости роста животных с разными генотипами выявлено снижение среднесуточных приростов живой массы у животных с генотипом АА на 32-38 г или 4,4-5,6% по сравнению с животными, несущими генотипы ВВ и АВ.

Потомки исследуемых хряков-производителей были поставлены на откорм в возрасте 120 дней и сняты с откорма в возрасте 200 дней. За данный период были рассчитаны показатели абсолютного и среднесуточного прироста живой массы. А также определен возраст достижения молодняком живой массы 100 кг.

Известно, что действие того или иного гена на детерминируемые им продуктивные признаки может проявляться в разной степени, в зависимости от породной принадлежности животных. Исходя из этого, мы провели анализ откормочных и мясных качеств потомков хряков с учетом породной принадлежности отца. Данные по скорости роста молодняка представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Скорость роста потомства от хряков немецкой селекции в зависимости от генотипа отца по гену IGF-2 (in2) и его породы

Генотип отца	п	Живая масса при постановке на откорм (в 120 дн), кг	Живая масса при снятии с откорма (в 200 дн), кг	Абсолютный прирост за период откорма, кг	Среднесуточный прирост за период откорма, г	Возраст достижения живой массы 100 кг, дн.
(КЙхКЛ)хНЙ						
ВВ	21	48,7±0,31	100,6±0,53	51,9±0,36	649±4,5	199±0,8
АВ	22	48,1±0,30	99,4±0,43	51,3±0,29	641±3,6	201±0,7
(КЛхКЙ)хНЛ						
ВВ	23	48,6±0,29	101,0±0,41	52,4±0,35*	655±4,4*	198±0,6*
АВ	21	48,0±0,30	99,4±0,55	51,4±0,30	642±3,8	201±0,9
АА	23	47,8±0,24	98,8±0,47	51,0±0,34	637±4,2	202±0,7
(КЙхКЛ)хНД						
ВВ	22	49,2±0,33	102,3±0,39	53,1±0,37	664±4,6	197±0,6
АВ	23	48,7±0,36	102,5±0,48	53,8±0,40*	673±5,0**	196±0,7*
АА	22	48,7±0,25	101,0±0,43	52,3±0,34	654±4,3	198±0,6

Примечания: 1) Здесь и далее КЙ – канадский йоркшир, КЛ – канадский ландрас, НЙ – немецкий йоркшир, НЛ – немецкий ландрас, НД – немецкий дюрк.

2) Здесь и далее * - $P \leq 0,05$; ** - $P \leq 0,01$; *** - $P \leq 0,001$.

Анализ данных таблицы показал, что у потомков хряков породы немецкий йоркшир с генотипами АВ и ВВ достоверная разница по откормочным качествам отсутствует, хотя и отмечается незначительная тенденция к превосходству генотипа ВВ.

Потомки хряков породы немецкий ландрас с генотипом ВВ достоверно ($P \leq 0,05$) превосходили по показателям абсолютного, среднесуточного приростов и по возрасту достижения живой массы 100 кг не только потомков хряков с генотипом АА, но и хряков с генотипом АВ, соответственно, на 1,4 и 1,0 кг или 2,7 и 1,9%, на 18 и 13 г или 2,8 и 2,0% и на 4 и 3 дня или 2,0 и 1,5%.

У потомства хряка породы немецкий дюрк с генотипом ВВ выражена тенденция к отставанию по скорости роста в сравнении с потомками хряков с генотипом АВ. Это можно объяснить тем, что нам пришлось анализировать откормочные качества потомства единственного хряка с генотипом ВВ, который и сам характеризовался недостаточно высокой скоростью роста, передав эту особенность потомкам. В то же время молодняк от данного хряка все же имел тенденцию к превосходству по показателям скорости роста над потомством хряков с генотипом АА. Достоверная разница ($P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$) отмечена между потомками хряков с генотипами АА и АВ, по абсолютному приросту за период откорма – на 1,5 кг, по среднесуточному приросту – на 19 г, по возрасту достижения живой массы 100 кг – 2 дня.

Данные по мясным качествам молодняка в зависимости от генотипа отца по гену IGF-2 (in2) и его породы представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Мясные качества (при убойной массе 100 кг) потомства от хряков немецкой селекции в зависимости от генотипа отца по гену IGF-2 (in2) и его породы

Генотип отца	п	Толщина шпика над 6-7 грудными позвонками, мм	Толщина шпика при сканировании во II точке, мм	Высота «мышечного глазка» при сканировании во II точке, мм	Содержание в туше, %			
					мяса	сала	костей	кожи
(КЙхКЛ)хНЙ								
ВВ	8	19,0 ±0,96	16,3 ±1,28	52,9 ±1,31	63,6 ±0,83	18,9 ±0,64	10,3 ±0,16	7,2 ±0,13
АВ	8	20,5 ±1,16	17,6 ±1,25	51,0 ±2,05	62,5 ±0,94	19,8 ±0,86	10,4 ±0,19	7,3 ±0,07

(КЛхКИ)хНЛ								
ВВ	8	17,5 ±1,05	14,0 ±1,20	48,5 ±1,62	64,7 ±0,84	18,1 ±0,74	10,2 ±0,19	7,0 ±0,06
АВ	8	18,6 ±0,96	16,0 ±1,33	47,0 ±2,56	63,0 ±1,10	19,5 ±1,00	10,3 ±0,11	7,2 ±0,11
АА	8	19,5 ±0,60	16,4 ±0,80	47,9 ±2,03	62,9 ±0,82	19,3 ±0,72	10,5 ±0,20	7,3 ±0,13
(КИхКЛ)хНД								
ВВ	6	15,0 ±0,82*	11,4 ±0,60**	48,3 ±1,93	66,8 ±0,42*	16,2 ±0,44*	10,0 ±0,10	7,0 ±0,08
АВ	7	15,6 ±1,32*	12,0 ±1,01**	51,2 ±2,67	66,3 ±1,12	16,9 ±0,97	9,9 ±0,21	6,9 ±0,10
АА	7	18,0 ±0,58	16,1 ±1,00	49,0 ±2,70	63,7 ±0,93	18,9 ±0,95	10,2 ±0,12	7,2 ±0,06

Анализ таблицы показывает, что на мясные качества молодняка, также как и на откормочные оказали воздействие не только генотипы отцов по гену IGF-2 (in2), но и их породная принадлежность.

У потомков хряков всех трех пород четко прослеживается тенденция к снижению толщины шпика, содержанию в туше сала и к увеличению в ней удельного веса мышечной ткани по направлению от генотипа АА к генотипу ВВ. В то же время, достоверная разница в показателях между различными генотипами отмечена только у потомства хряков породы немецкий дюрк. Так, у молодняка от хряка с генотипом ВВ достоверно ($P \leq 0,01$) ниже, чем у сверстников от хряков с генотипом АА, толщина шпика, как над 6-7 грудными позвонками – на 3,0 мм ($P \leq 0,05$), так и при сканировании во II точке прибором Pig Log 105 – на 4,7 мм ($P \leq 0,01$). Кроме того, потомки хряка с генотипом ВВ имели в туше достоверно ($P \leq 0,05$) более высокое содержание мяса – на 3,4%, в сравнении молодняком от хряков с генотипом АА.

Прослеживается также тенденция к снижению в туше удельного веса костей и кожи в направлении от генотипа АА к генотипу ВВ у потомков хряков пород немецкий йоркшир и немецкий ландрас, хотя достоверных различий не отмечено.

Заключение. 1. У хряков породы йоркшир частота встречаемости аллеля В гена IGF-2 (in2) составила 90 %. Среди хряков породы ландрас частоты встречаемости желательного и нежелательного аллелей примерно равны. В группе хряков породы дюрк с большой частотой – 68% – встречается нежелательный аллель А, что не характерно для данной породы и может быть отнесено за счет случайного подбора носителей данного аллеля при формировании группы хряков для продажи.

2. Неблагоприятное воздействие аллеля А гена IGF-2 (in2) подтверждается более низкой скоростью роста гомозиготные по этому аллелю хряков пород ландрас и дюрк. При анализе собственной продуктивности хряков-производителей с разными генотипами выявлено снижение среднесуточных приростов живой массы у животных с генотипом АА на 32-38 г или 4,4-5,6% по сравнению с животными, несущими генотипы ВВ и АВ.

3. У потомков хряков породы немецкий йоркшир с генотипами АВ и ВВ по откормочным и мясным качествам отмечается тенденция к превосходству генотипа ВВ, но достоверная разница отсутствует.

4. Потомки хряков породы немецкий ландрас с генотипом ВВ достоверно ($P \leq 0,05$) превосходили по показателям абсолютного, среднесуточного приростов и по возрасту достижения живой массы 100 кг не только потомков хряков с генотипом АА, но и хряков с генотипом АВ, соответственно, на 2,7 и 1,9%, на 2,8 и 2,0% и на 2,0 и 1,5%. Четко прослеживается тенденция к снижению толщины шпика, содержанию в туше сала и к увеличению в ней удельного веса мышечной ткани по направлению от генотипа АА к генотипу ВВ, хотя достоверной разницы не выявлено.

5. Молодняк от хряка породы немецкий дюрк с генотипом ВВ имел тенденцию к превосходству по показателям скорости роста над потомством хряков с генотипом АА. Достоверная разница ($P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$) отмечена между потомками хряков с генотипами АА и АВ, по абсолютному приросту за период откорма – на 1,5 кг, по среднесуточному приросту – на 19 г, по возрасту достижения живой массы 100 кг – 2 дня. У молодняка от хряка породы немецкий дюрк с генотипом ВВ достоверно ($P \leq 0,01$) ниже, чем у сверстников от хряков с генотипом АА, толщина шпика, как над 6-7 грудными позвонками – на 3,0 мм ($P \leq 0,05$), так и при сканировании во II точке прибором Pig Log 105 – на 4,7 мм ($P \leq 0,01$). Кроме того, потомки хряка с генотипом ВВ имели в туше достоверно ($P \leq 0,05$) более высокое содержание мяса – на 3,4%, в сравнении молодняком от хряков с генотипом АА.

Литература. 1. Балацкий, В. Н. Распределение IGF2-аллелей и генотипов в породах свиней разнонаправленного продуктивности / В. Н. Балацкий, Т. В. Овсяник // *Мат. Конф. «БиоТехЖ».* – 2008. – С. 125-129. 2. Зиновьева, Н. А. Проблемы биотехнологии и селекции сельскохозяйственных животных / Н.А. Зиновьева, Л. К. Эрнст. Дубровицы, ВИЖ, – 2004. – 316 с. 3. Михайлова, М. Е. ДНК-технологии в животноводстве // *Наука и инновации.* – 2007. – № 1(47). – С. 32-36. 4. Шейко И.П. Епишко Т.И. Генетические методы интенсификации селекционного процесса в свиноводстве / И.П. Шейко, Т.И. Епишко. Жодино, – 2006. – 197 с. 5. Коновал, О. Дослідження поліморфізму свиней великої білої породи за генами господарсько корисних ознак / О. Коновал, С. Костенко, К. Білек, Ж. Філкукова // *Наукові доповіді НАУ* / – К., – 2008. – №1(9). – С. 15. 6. Kolarkova, O. Association of the IGF2 gene with growth and meat efficiency in Large White pigs / O. Kolarikova, et al. // *J. Appl. Genet.* – 2003. – Vol.4. № 44. – P. 509-513. 7. Knoll, A. A Ncil PCR-RFLP within intron 2 of the porcine insulin-like growth factor 2 (IGF2) gene / A. Knoll, et al. // *Anim. Genet.* – 2000. – Vol. 31. – P. 150-151. 8. Nezer, C., An imprinted QTL with major effect on muscle mass and fat deposition maps to the IGF2 locus in pigs / C. Nezer, et al. // *Nat. Genet.* – 1999. – Vol. 21. – P. 155-156. 9. Van Laere AS A regulatory mutation in IGF2 causes a major QTL effect on muscle growth in the pig / Van Laere AS, et al // *Nature.* – 2003. – Vol. 23. – № 425(6960). – P. 832-836.