подход к нормированию протеинового питания жвачных животных // Вестник с.-х. науки. – 1987. - № 11. – С. 124-125. 10. Методические рекомендации по энергетическому и белковому питанию крупного рогатого скота / Под ред. В.В.Цюпко. – Харьков, 1987. – 65 с. 11. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: Справочное пособие// 3-е изд.перераб. и доп. А.П. Калашников, В.И. Фисина и др.- М.: 2003.- С.95-96. 12. Рекомендации по оценке энергетической и протеиновой питательности кормов и рациона для крупного рогатого скота / П.С.Авраменко, Л.М.Постовалова, Н.Г.Григорьев, Н.П.Волков, Я.Я.Латвиетис, В.И.Карягин. – Мн., 1989. – 46 с. 13. Руководство по производству молока, выращиванию и откорму молодняка крупного рогатого скота: отраслевой регламент: / под ред. А.М. Лапотко. – Несвиж, 2006. – 367, [1] с. 14. Фицев А.И. Научное обоснование новой системы оценки качества протеина кормов для жвачных животных: Автореф. дис… доктора с.-х. наук. – М., 1995. – 42 с.

Статья подана в печать 1.03.2011 г.

УДК 636.4.082

ВОЗМОЖНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ СВИНЕЙ БЕЛОРУССКИХ ПОРОД ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАРКЕРЗАВИСИМОЙ СЕЛЕКЦИИ

В. А. Дойлидов, Д. А. Касперович
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь
Н. А. Зиновьева, А. Д. Банникова, О. В. Костюнина
ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства Россельхозакадемии»,
пос. Дубровицы, Московская обл., Российская Федерация

Приведены результаты тестирования свиней белорусской крупной белой и белорусской мясной пород на характер полиморфизма генов EPOR, MUC4 и IGF-2 с последующим расчетом частот встречаемости аллелей и генотипов, а так же результаты анализа влияния различных полиморфных проявлений данных генов на детерминируемые ими показатели продуктивных качеств свиней.

Results of testing of pigs Belarus large white and Belarus meat breeds on character of polymorphism of genes EPOR, MUC4 and IGF-2 with the subsequent calculation of frequencies of occurrence genotypes, and as results of the analysls of influence of various polymorphic dlsplays of the given genes on indlcators of productive qualities of pigs determined by them are resulted.

Введение. Свиноводство – динамично развивающаяся и экономически эффективная подотрасль животноводства. Первое место в объеме производимого в мире мяса в настоящее время занимает именно свинина – около 39 % (говядина – 33 %, мясо птицы – 21 %). Свинина является также наиболее употребляемым мясным продуктом у населения Республики Беларусь [3].

Дальнейшее развитие свиноводства невозможно без постоянного совершенствования системы селекционно-племенной работы [4], главной целью которой является повышение продуктивных качеств разводимых в республике пород свиней путем моделирования и прогнозирования селекционного процесса, в том числе путем внедрения передовых методов ДНК-технологий [4, 5]: нахождения генетических маркеров, отвечающих за определенные показатели продуктивности; исключение из селекционного процесса животных с генными мутациями, приводящими к снижению продуктивности и качества получаемой продукции [4].

Кроме того надо отметить, что селекция на повышение продуктивности животных должна включать также отбор на генетическую устойчивость к заболеваниям, поскольку высокопродуктивные животные должны быть здоровыми и свободными от инфекций и инвазий. Это связано с тем, что наибольшие экономические убытки приносит не та часть животных, которая погибает, а та, которая переболевает с последующим значительным понижением продуктивности (например, скорости роста), вследствие чего эффективность производства в целом снижается [2].

С развитием молекулярной генетики стала возможна идентификация генов, прямо или косвенно связанных с хозяйственно-полезными признаками (генов-маркеров). Это дает возможность проводить оценку животных на уровне ДНК и вести их селекцию по истинному генетическому потенциалу [1].

В настоящее время в качестве возможных маркеров, представляющих практический интерес как для мирового свиноводства, так и для свиноводства Республики Беларусь, рассматриваются гены EPOR (эритропоэтиновый рецептор), влияющий на размер матки, а, соответственно, и на такой важный показатель репродуктивных качеств свиноматок, как многоплодие [8], IGF-2 (инсулиноподобный фактор роста-2), характер полиморфизма которого оказывает влияние на откормочные и мясные качества свиней [7], и MUC4, обуславливающий устойчивость поросят в начальный период жизни к такому заболеванию, как колибактериоз [6].

С учетом вышеизложенного целью наших исследований явилось изучение характера полиморфизма генов EPOR, MUC4 и IGF-2 среди свиней пород белорусской селекции: белорусская крупная белая (БКБП) и белорусская мясная (БМП), а также установление влияния полиморфных проявлений данных генов на показатели их продуктивных качеств.

Материал и методы исследований. Генетический анализ проводился в условиях селекционно-гибридного центра «Заднепровский» Оршанского района и ПЗ «Порплище» Докшицкого района Витебской области. Объектом исследования явились хряки-производители, свиноматки, поросята-сосуны и откармливаемый молодняк.

В качестве исходного материала отбирались биопробы из ушной раковины хряков-производителей и основных свиноматок, которые консервировались в 100-% спирте.

В условиях лаборатории молекулярной генетики ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства Россельхозакадемии» из образцов была выделена ДНК с последующим анализом полиморфизма генов EPOR, MUC4 и IGF-2.

В ходе дальнейших исследований были учтены:

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

1. Частоты встречаемости аллелей и генотипов;

2. Основные показатели продуктивных качеств, детерминируемые исследуемыми генами: многоплодие свиноматок (EPOR), сохранность поросят-сосунов (MUC4), откормочные и мясные качества откармливаемого молодняка (IGF-2);

Результаты исследований. При исследовании ядерной ДНК свиней белорусской крупной белой и белорусской мясной пород по локусам исследуемых генов был изучен их полиморфизм, обусловленный наличием следующих аллелей: по гену EPOR – C и T; по MUC4 – G и C; и по гену IGF-2 – q и Q. При этом предположительно желательными с точки зрения селекции на повышение анализируемых показателей продуктивности являются $EPOR^{T}$; $MUC4^{C}$ и $IGF\text{-}2^{Q}$.

Частоты аллелей и генотипов среди свиней исследуемых пород представлены в табл. 1. Данные таблицы свидетельствуют, что по локусам генов EPOR и IGF-2 в результате генетического тестирования выявлен относительно высокий удельный вес нежелательных аллельных проявлений генотипов.

Таблица 1 – **Генетическая структура популяций белорусской крупной белой и белорусской мясной пород по генам EPOR, MUC4 и IGF-2**

Ген	Порода	п	Частоты встречаемости генотипов, %	Частоты встречаемости аллелей
EPOR	БКБП, ПЗ «Порплище»	31	$EPOR^{CT}$ – 48,4 $EPOR^{CC}$ – 51,6	$EPOR^{T}$ – 0,24 $EPOR^{C}$ – 0,76
	БМП, СГЦ «Заднепровский»	105	$EPOR^{TT}$ – 28,6 $EPOR^{CT}$ – 53,3 $EPOR^{CC}$ – 18,1	$EPOR^{T}$ – 0,55 $EPOR^{C}$ – 0,45
MUC4	БКБП, в общем по исследуемым популяциям	177	$MUC4^{CC}$ – 39,0 $MUC4^{CG}$ – 57,6 $MUC4^{GG}$ – 3,4	$MUC4^{C}$ – 0,68 $MUC4^{G}$ – 0,32
	БМП, СГЦ «Заднепровский»	106	$MUC4^{CC}$ – 79,2 $MUC4^{CG}$ – 20,8	$MUC4^{C}$ – 0,9 $MUC4^{G}$ – 0,1
IGF-2	БКБП, СГЦ «Заднепровский»	41	$IGF\text{-}2^{QQ}$ – 14,6 $IGF\text{-}2^{Qq}$ – 39,0 $IGF\text{-}2^{qq}$ – 46,4	$IGF\text{-}2^{Q}$ – 0,34 $IGF\text{-}2^{q}$ – 0,66
	БМП, СГЦ «Заднепровский»	30	$IGF\text{-}2^{QQ}$ – 10,0 $IGF\text{-}2^{Qq}$ – 26,6 $IGF\text{-}2^{qq}$ – 63,4	$IGF\text{-}2^{Q}$ – 0,23 $IGF\text{-}2^{q}$ – 0,77

Среди животных белорусской крупной белой породы по гену EPOR более половины особей имели генотип $EPOR^{CC}$, ассоциированный с низким многоплодием – 51,6 %, по гену IGF-2 нежелательное аллельное сочетание $IGF\text{-}2^{qq}$ было выявлено у 46,4 % (БКБП) и 63,4 % (БМП) особей.

Среди популяций свиней белорусской мясной породы, разводимой в условиях СГЦ «Заднепровский» гомозиготного генотипа $MUC4^{GG}$, обуславливающего повышенную чувствительность поросят-сосунов в первые недели жизни к неонатальной колидиарее выявлено не было. Это, вероятно, связано с высоким селекционным давлением при ведении племенной работы в хозяйстве, то есть на ремонт отбирается наиболее продуктивный, а значит, свободный от различного рода заболеваний молодняк, в особенности ремонтные хрячки.

Известно, что многоплодие как показатель репродуктивных качеств в основном зависит от свиноматок и наследуется от матери к дочери. В связи с этим,нами был проведен анализ влияния генотипов свиноматок по гену EPOR на их многоплодие (табл. 2)

Таблица 2 – **Многоплодие свиноматок в зависимости от генотипа по гену EPOR**

Генотип матки	Количество опоросов	Количество поросят при рождении, гол.	
		всего	живых
Белорусская мясная порода (СГЦ «Заднепровский»)			
$EPOR^{TT}$	31	12,8±0,32	12,4±0,29**
$EPOR^{CT}$	85	12,5±0,20	12,1±0,18**
$EPOR^{CC}$	17	12,2±0,35	11,1±0,28
Белорусская крупная белая порода (ГПЗ «Порплище»)			
$EPOR^{CT}$	39	11,5±0,30	11,4±0,30
$EPOR^{CC}$	24	10,8±0,32	10,8±0,32

В ходе анализа выявлено, что свиноматки белорусской мясной породы, несущие в своем генотипе только желательный аллель $EPOR^{T}$, достоверно (P<0,01) превосходили свиноматок с генотипом $EPOR^{CC}$ по количеству живых поросят при рождении на 1,3 гол., или на 10,5 %, а среди генотипов $EPOR^{CT}$ и $EPOR^{CC}$ данная разница составила 1 гол. (P<0,01), или 8,3%.

Что касается свиноматок белорусской крупной белой породы, нами была установлена тенденция к повышению у животных, несущих в своем генотипе два аллеля – $EPOR^{C}$ и $EPOR^{T}$ – количества поросят при рождении – на 0,7 гол., в том числе живорожденных – на 0,6 гол., в сравнении с генотипом $EPOR^{CC}$.

Поскольку ранее проводившимися исследованиями было установлено, что молодняк свиней в первые недели жизни является генетически предрасположенным к колибактериозу, независимо от того, от кого из родителей был получен мутантный аллель $MUC4^{G}$, большой интерес представляет изучение влияния сочетаний генотипов родительских форм по данному гену в схемах подбора на сохранность поросят-сосунов (табл. 3).

Анализ данных таблицы дает основание утверждать, что использование в схемах подбора родительских

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

форм с желательным проявлением гена MUC4 ($MUC4^{CC}$ x $MUC4^{CC}$) позволяет достоверно повысить сохранность поросят за подсосный период, что видно на примере белорусской крупной белой породы. Здесь сохранность поросят к отъему (сочетание генотипов родителей $MUC4^{CC}$ x $MUC4^{CC}$) была достоверно (P<0,01) выше, чем у сочетания родительских генотипов $MUC4^{GG}$ x $MUC4^{CG}$, на 15,2 проц. пункта. Повышение концентрации аллеля $MUC4^{G}$ в сочетание родительских форм $MUC4^{GG}$ x $MUC4^{CC}$ вызвало достоверное снижение сохранности поросят за подсосный период на 11,7 проц. пункта по сравнению с сочетанием $MUC4^{CC}$ x $MUC4^{CG}$ и на 10,2 проц. пункта по сравнению с $MUC4^{CG}$ x $MUC4^{CC}$.

Таблица 3 – **Сохранность поросят-сосунов в зависимости от подбора пар с учетом полиморфизма гена MUC4**

Генотипы (♀ x ♂)	п	Живых поросят при рождении, гол.	Количество поросят к отъему, гол.	Сохранность поросят к отъему, %
БКБП (в среднем по СГЦ «Заднепровский» и ГПЗ «Порплище»)				
$MUC4^{CC}$ x $MUC4^{CC}$	20	11,9±0,36	10,3±0,24	90,6±1,97**
$MUC4^{CC}$ x $MUC4^{CG}$	8	12,1±0,51	10,2±0,49	87,1±2,73*
$MUC4^{CG}$ x $MUC4^{CC}$	49	12,6±0,25	10,1±0,17	85,6±1,34*
$MUC4^{CG}$ x $MUC4^{CG}$	30	11,7±0,38	9,3±0,32	83,2±2,81
$MUC4^{GG}$ x $MUC4^{CC}$	3	11,7±1,33	9,7±1,66	83,5±11,42
$MUC4^{GG}$ x $MUC4^{CG}$	5	12,2±0,48	9,2±0,66	75,4±4,50
БМП (СГЦ «Заднепровский»)				
$MUC4^{CC}$ x $MUC4^{CC}$	35	12,1±0,37	10,0±0,15	89,5±1,38
$MUC4^{CC}$ x $MUC4^{CG}$	4	11,5±1,19	9,7±0,47	89,5±3,79
$MUC4^{CG}$ x $MUC4^{CC}$	9	13,0±0,50	10,8±0,27	89,2±2,56

Заметных различий между сочетаниями генотипов родительских форм в схемах подбора белорусской мясной породы по сохранности поросят выявлено не было, что связано с общей низкой концентрацией аллеля $MUC4^{G}$ в генотипах исследуемых животных.

Известно, что уровень откормочных и мясных качеств молодняка находится в зависимости от генотипа отца по гену IGF-2, то есть по данному гену определен патернальный характер наследования. Патернальное действие гена существенно облегчает разработку селекционной стратегии, так как для достижения положительного эффекта у потомства достаточно проведения тестирования и отбора только хряков.

Нами по результатам контрольного откорма (КИСС СГЦ «Заднепровский») был проведен анализ влияния генотипов хряков-производителей по гену IGF-2 на показатели откормочных и мясных качеств получаемых от них потомков.

Таблица 4 – **Продуктивность откормочного молодняка белорусской крупной белой породы в зависимости от генотипа отцов по гену IGF-2**

Показатели	Генотип		
	$IGF\text{-}2^{QQ}$	$IGF\text{-}2^{Qq}$	$IGF\text{-}2^{qq}$
Количество потомков	23	72	119
Откормочные качества			
Скороспелость, дн.	175,8±1,79**	178,1±1,04*	181,3±0,73
Среднесуточный прирост, г	763,3±17,87	765,1±10,84	739,4±5,73
Затраты корма на 1 кг прироста, к.ед.	3,49±0,04	3,45±0,02*	3,51±0,01
Мясные качества			
Длина туши, см	95,1±1,94	97,8±0,25	97,6±0,18
Толщина шпика, мм	27,4±0,66	27,4±0,38	28,1±0,26
Масса окорока, кг	11,1±0,07*	11,1±0,04***	10,9±0,02
Площадь «мышечного глазка», $см^2$	41,1±0,38*	41,0±0,29*	40,0±0,23
Убойный выход, %	67,9±0,35	67,6±0,26	67,4±0,59

Откормочный молодняк свиней белорусской крупной белой породы (табл. 4), полученный от хряков с генотипом $IGF\text{-}2^{QQ}$ превосходил потомков хряков с генотипом $IGF\text{-}2^{qq}$: по возрасту достижения живой массы 100 кг – на 5,5 дня (P<0,01); среднесуточному приросту живой массы – на 23,9 г, или на 3,1 %; затраты корма на 1 кг прироста были ниже на 0,02 корм. ед.; массе задней трети полутуши – на 0,2 кг, или на 1,8 % (P<0,05); площади «мышечного глазка» – на 1 $см^2$, или на 2,7 % (P<0,05).

Подобное превышение анализируемых показателей наблюдалось и среди потомства гетерозиготных хряков $IGF\text{-}2^{Qq}$ в сравнении с потомством хряков нежелательного генотипа $IGF\text{-}2^{qq}$: было выявлено достоверное сокращение возраста достижения 100 кг живой массы на 3,2 дня (P<0,05); повышение среднесуточного прироста на 25,7 г, или на 3,3 %; затраты корма были достоверно ниже на 0,06 к. ед., или на 1,7 % (P<0,05); превышение по массе задней трети полутуши и площади «мышечного глазка» составило 0,2 кг, или 1,9 % (P<0,001) и 1 $см^2$, или на 2,4 % (P<0,05), соответственно.

Результаты оценки молодняка белорусской мясной породы по откормочным и мясным качествам в зависимости от генотипа отца по гену IGF-2 показали положительную тенденцию к росту анализируемых показателей мясных и откормочных качеств среди потомства гетерозиготных хряков $IGF\text{-}2^{Qq}$. В то же время статистически достоверных различий выявлено не было, а средние арифметические имели промежуточные значения между потомками гомозиготных хряков $IGF\text{-}2^{QQ}$ и $IGF\text{-}2^{qq}$ (табл. 5).

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

Таблица 5 – **Продуктивность откормочного молодняка белорусской мясной породы в зависимости от генотипа отцов по гену IGF-2**

Показатели	Генотип		
	$IGF\text{-}2^{QQ}$	$IGF\text{-}2^{Qq}$	$IGF\text{-}2^{qq}$
Количество потомства	21	82	150
Откормочные качества			
Скороспелость, дн.	180,5±1,66***	184,4±1,02	186,7±0,65
Среднесуточный прирост, г	773,4±14,93**	740,8±9,15	721,3±5,03
Затраты корма на 1 кг прироста, к.ед.	3,40±0,03**	3,52±0,02	3,55±0,01
Мясные качества			
Длина туши, см	99,4±0,42	98,6±0,20	98,9±0,17
Толщина шпика, мм	27,09±0,68	27,12±0,28	26,79±0,24
Масса задней трети полутуши, кг	11,4±0,11*	11,3±0,04	11,2±0,03
Площадь «мышечного глазка», $см^2$	43,7±0,62**	42,4±0,30*	41,6±0,20
Убойный выход, %	70,0±0,39*	69,4±0,17	69,0±0,16

У свиней, отцы которых имели предпочтительный генотип $IGF\text{-}2^{QQ}$ было отмечено достоверное (P<0,001) сокращение возраста достижения 100 кг живой массы на 6,2 дня; среднесуточный прирост достоверно (P<0,01) был выше на 52,1 г, или на 6,7 %, динамика его в зависимости от генотипа отцов представлена на рисунке 2; затраты корма были ниже на 0,15 корм. ед., или на 4,4 % (P<0,01). По мясным качествам было выявлено достоверное увеличение массы задней трети полутуши – на 0,2 кг, или на 1,7 % (P<0,05); площади «мышечного глазка» – на 2,1 $см^2$, или на 4,7 % (P<0,01); убойного выхода – на 1,0 % (P<0,05).

Заключение. Проведенными исследованиями установлено:

- положительное влияние наличия аллеля $EPOR^T$ в генотипе свиноматок на их репродуктивные качества, выразившееся в достоверном повышении многоплодия у свиноматок с генотипами $EPOR^{CT}$ и $EPOR^{TT}$ на 0,6-1,3 поросенка по сравнению со свиноматками генотипа $EPOR^{CC}$.
- положительное влияние аллеля $MUC4^C$ в генотипе свиноматок и хряков на сохранность поросят за подсосный период, выразившееся в достоверном повышении сохранности поросят при сочетании генотипов родителей $MUC4^{CC}$ x $MUC4^{CC}$, которая была выше, чем у сочетания родительских генотипов $MUC4^{GG}$ x $MUC4^{CG}$ на 15,2 проц. пункта.
- положительное влияние доминантного аллеля $IGF\text{-}2^Q$ в генотипе хряков на откормочные и мясные качества их потомства, что выразилось в снижении у потомков хряков генотипа QQ по гену IGF-2 возраста достижения живой массы 100 кг на 5-6 дней, повышении у них массы задней трети полутуши на 0,2 кг, площади «мышечного глазка» на 1,0-2,1 $см^2$, при одновременном снижении затрат корма на 1 кг прироста живой массы на 0,02-0,15 кормовой единицы по сравнению с потомками хряков генотипа qq.

Таким образом, проведенные исследования позволяют утверждать о возможности и перспективности использования генов-рецепторов EPOR, MUC4 и IGF-2 в качестве маркеров таких показателей продуктивности, как многоплодие свиноматок, сохранность поросят-сосунов, откормочных и мясных качеств молодняка. Свидетельством являются полученные нами результаты анализа влияния полиморфных проявлений данных генов на детерминируемые ими показатели продуктивности свиней.

Для повышения эффективности селекции свиней по продуктивным качествам рекомендуется проводить мониторинг генома материнских и отцовских пород, используемых в племенном и товарном свиноводстве Республики Беларусь, с определением характера полиморфизма генов-маркеров EPOR, MUC4 и IGF-2. При прогнозировании и моделировании продуктивных качеств свиней белорусской крупной белой и белорусской мясной пород использовать в схемах подбора родительские формы с желательными аллельными сочетаниями исследуемых генов: $EPOR^{TT}$, $MUC4^{CC}$ и $IGF\text{-}2^{QQ}$.

Литература. *1. Зиновьева, Н. А. Перспективы использования молекулярной генной диагностики сельскохозяйственных животных / Н. А. Зиновьева, Е. А. Гладырь // ДНК-технологии в клеточной инженерии и маркирование признаков сельскохозяйственных животных: материалы Международной конференции. – Дубровицы, 2001. – С. 44-49. 2. Лэсли, Дж. Ф. Генетические основы селекции сельскохозяйственных животных / Дж. Ф. Лэсли; пер. с англ. и предислов. Д. В. Карликова. – М.: Колос, 1982. – 391 с. 3. Максимович, В. В. Инфекционные болезни свиней / В. В. Максимович. – Витебск: УО ВГАВМ, 2007. – 373 с. 4. Шейко, И. П. Задачи селекционно-племенной работы по повышению генетического потенциала сельскохозяйственных животных / И. П. Шейко, Н. А. Попков // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – №1. – С. 38-44. 5. Шейко, И. П. Свиноводство в Республике Беларусь. Современное состояние и перспективы развития / И. П. Шейко // Свиноводство. – 2005. – №9. – С. 28-31. 6. Linkage and comparative mapping of the locus controiling susceptibility towards E. coli F4 ab/ac diarrhoea in pigs / C. B. Jorgensen [et ai.] // Cytogenet Genome Res. – 2003. – N 102. – P. 157-162. 7. Relationship of growth hormone and insulin-like growth factor-1 genotype with growth and carcass traits in swine / E. Casas-Carilio [et ai.] // Anim. Genet. – 1997 a. – Vol. 28. – P. 88-93. 8. The effect of breed and intrauterine crowding on fetai erythropoiesis on day 35 of gestation in swine / J. L. Vallet [et ai.] // J. Anim. Sci. – 2003 – Vol. 71, N 9. – P. 2352-2356.*

Статья передана в печать 3.01.2011 г.

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ