

Николай ЛОБАН

*заведующий лабораторией разведения и селекции свиней
Научно-практического центра НАН Беларуси по животноводству,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*

Дмитрий КАСПИРОВИЧ

*ассистент кафедры частного животноводства,
генетики и разведения сельскохозяйственных животных
Витебской государственной академии ветеринарной медицины*

Алексей ЧЕРНОВ

*ассистент кафедры менеджмента, маркетинга и права
Гродненского государственного аграрного университета,
кандидат сельскохозяйственных наук*

УДК 636.4.082

Эффективность использования гена *mhc4* в качестве маркера продуктивных качеств свиней белорусской крупной белой породы

Введение

Согласно современной концепции развития животноводства, дальнейшее увеличение производства сельскохозяйственной продукции связано с использованием научных разработок. Это позволит сделать отрасль более рентабельной и конкурентоспособной, а также обеспечит снабжение населения качественными продуктами питания [1].

В настоящее время в свиноводстве широко используются новые разработки, основанные на применении методов молекулярной генной диагностики животных. Возможность проведения ДНК-диагностики признаков продуктивности непосредственно на уровне генотипа означает, что селекционная оценка может применяться в раннем возрасте без учета изменчивости признаков, обусловленных внешней средой, что дает преимущество перед традиционной селекцией. Выявление характера полиморфизма генов-кандидатов продуктивности на молекулярном уровне методом ПЦР-ПДРФ-анализа с последующим выделением желательных генотипов позволяет при незначительных затратах на проведение ДНК-тестирования повысить не только эффективность осуществления селекционной работы, но и экономическую эффективность отрасли свиноводства в целом.

Селекция на высокую продуктивность животных обязательно должна включать также отбор на генетическую устойчивость к болезням

и паразитам, потому что высокопродуктивные животные должны быть здоровыми и свободными от инфекций и инвазий. Это связано с тем, что наибольшее экономическое значение представляет не та часть животных, которая погибает, а та, которая заболевает с последующим понижением продуктивности (например скорости роста и плодовитости), вследствие чего эффективность производства в целом ухудшается.

Одной из самых широко распространенных и серьезных проблем в свиноводстве являются кишечные расстройства молодняка, и хозяйства во всем мире каждый год несут большие потери поголовья от этих болезней [3].

С развитием промышленного свиноводства массовое поражение поросят колибактериозом стало представлять серьезную проблему для крупных свиноводческих комплексов, имеющих поточную систему воспроизводства стада.

В настоящее время в Республике Беларусь по количеству неблагополучных пунктов колибактериоз занимает первое место среди всех инфекционных болезней свиней. Заболеваемость может достигать 90% с летальностью до 40%. При этом в экономический ущерб, кроме недополучения продукции, включаются и затраты на лечение больных животных, специфическую профилактику заболевания.

В 2005 г. в Республике Беларусь было выявлено 157 свиноводческих хозяйств, неблагопо-

лучных по колибактериозу, падеж заболевших животных составил 52,4%, в 2006 г. – 109 хозяйств и 13%, в 2007 г. – 86 хозяйств и 20% соответственно.

В настоящее время в ветеринарной практике одним из путей защиты поросят от неонатальной диареи, связанной с *E. coli*, является вакцинация свиноматок. Однако недостаток этого способа заключается в высокой стоимости вакцин и мероприятий по вакцинации и, вместе с тем – невозможности получения высокой гарантии излечения животных.

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

Одним из предлагаемых в последнее время генов, обуславливающих предрасположенность свиней к колибактериозу в первые недели жизни, является ген *MUC4*.

Известно, что возбудителями, ответственными за возникновение неонатальной диареи у молодняка свиней, наиболее часто являются энтеротоксические *E. coli* (ЕТЕС) с типом фимбрий F4 (K88). Попадая в кишечный тракт поросят, бактерии прикрепляются к стенкам тонко-

го кишечника через поверхностные белковые антигены, постепенно увеличивается их количество и происходит передача токсинов непосредственно в клетки кишечного эпителия. В результате действия токсинов прекращается жидкоабсорбирующая деятельность эпителиальных клеток кишечника, что приводит к развитию диареи [4, 7].

В основе генетической устойчивости животных к колибактериозу лежит отсутствие на поверхности клеток их кишечника соответствующих факторов прикрепления. В качестве одного из генов, принимающих участие во взаимодействии ЕТЕС и кишечных рецепторов, рассматривается ген *MUC4*, в основе полиморфизма которого лежит точечная мутация G→C. При этом предполагается, что желательным с точки зрения устойчивости к колибактериозу является аллель *MUC4^C* [6, 8].

По данным S. Cirega с соавторами (2004), устойчивостью к диарее характеризуются свиньи, имеющие генотип CC, в то время как животные с гетерозиготным генотипом CG и генотипом GG являются чувствительными к ЕТЕС [5].

Цель работы состояла в изучении полиморфизма и определении экономической эффективности использования различных генотипов гена *MUC4* у свиней белорусской крупной белой породы.

Материал и методика исследований

Исследования проводились на свиноматках, хряках и молодняке свиней белорусской крупной белой породы в условиях РСУП «Селекционно-гибридный центр «Заднепровский» Оршанского района и РУПСП «Племенной завод «Порплище» Докшицкого района Витебской области.

Исходным материалом для анализа служили пробы ткани (ушной выщип) свиней, законсервированные в спирте. ДНК выделяли по ранее разработанным методикам [2].

Генотипирование свиней по гену *MUC4* осуществляли методом ПЦР-ПДРФ анализа по методикам, разработанным в Центре биотехнологии и молекулярной диагностики Всероссийского научно-исследовательского института животноводства Россельхозакадемии.

Результаты исследований и их обсуждение

Проведенное ДНК-тестирование свиней на полиморфизм гена *MUC4* позволило изучить генетическую структуру среди подопытных животных, которая представлена в таблице 1.

Установлено, что частота встречаемости желательного генотипа *MUC4^{CC}* на породном уровне

Расчет экономической эффективности использования различных генотипов для повышения продуктивных качеств свиней проводился в разрезе каждой полиморфной группы исследуемых генов, а также по мере возрастания концентрации отдельных аллелей в геноме животных.

Расчет велся в сопоставимых ценах на 25.05. 2009. Стоимость комбикорма марки СК-26, применявшегося в период откорма, составила 660,0 тыс. руб. за 1 тонну. Расчетная стоимость 1 кг живой массы реализуемого молодняка после откорма: I категория – 4633 руб., II категория – 4480 руб. Обменный курс на то время был 1 у. е. – 2800 руб.

не варьировала в достаточно широком диапазоне: от 22,7% у свиноматок из РУПСП ПЗ «Порплище» до 68,2% у хряков из РСУП СГЦ «Заднепровский».

Гомозиготного генотипа *MUC4^{GG}* среди популяции свиней белорусской крупной белой по-

роды из РСУП СГЦ «Заднепровский» выявлено не было. В то же время анализ распределения генотипов в выборке животных белорусской крупной белой породы, разводимой в условиях РУПС ПЗ «Порплище», позволил установить относительно высокий удельный вес данного генотипа – от 6,25% среди хряков-

производителей до 22,7% среди свиноматок, в среднем же по популяции он составил 15,8%.

В дальнейшем был проведен анализ сохранности поросят, полученных от контрольных спариваний маток и хряков при различных вариантах сочетаний генотипов гена MUC4 в схемах подбора, который представлен в таблице 2.

Таблица 1. Генетическая структура свиней белорусской крупной белой породы по гену MUC4

Хозяйство	Половозрастные группы	n	Частоты генотипов, %		
			MUC4 ^{CC}	MUC4 ^{CG}	MUC4 ^{GG}
РСУП СГЦ «Заднепровский»	хряки	44	68,2	31,8	–
	свиноматки	95	29,5	70,5	–
В среднем по популяции		139	41,7	58,3	–
РУПС ПЗ «Порплище»	хряки	16	37,5	56,25	6,25
	свиноматки	22	22,7	54,6	22,7
В среднем по популяции		38	28,9	55,3	15,8
В среднем по породе		177	39,0	57,6	3,4

Таблица 2. Сохранность поросят-сосунков белорусской крупной белой породы в зависимости от подбора пар с учетом полиморфизма гена MUC4

Генотипы (♀×♂)	n	Многоплодие, гол.	Количество поросят к отъему, гол.	Сохранность поросят к отъему, %
РСУП СГЦ «Заднепровский»				
MUC4 ^{CC} × MUC4 ^{CC}	19	12,0 ± 0,35	10,4 ± 0,22*	90,7 ± 2,07
MUC4 ^{CC} × MUC4 ^{CG}	6	12,7 ± 0,49	10,6 ± 0,55	87,5 ± 3,57
MUC4 ^{CG} × MUC4 ^{CC}	45	12,6 ± 0,27	10,2 ± 0,17	86,3 ± 1,36
MUC4 ^{CG} × MUC4 ^{CG}	15	12,3 ± 0,53	9,7 ± 0,25	83,7 ± 3,07
РУПС ПЗ «Порплище»				
MUC4 ^{CC} × MUC4 ^{CG}	2	10,5 ± 0,50	9,0 ± 0,00	85,9 ± 4,09
MUC4 ^{CG} × MUC4 ^{CC}	4	12,5 ± 0,50	9,7 ± 0,85	77,8 ± 5,08
MUC4 ^{CG} × MUC4 ^{CG}	15	11,0 ± 0,50	8,9 ± 0,59	82,6 ± 4,83
MUC4 ^{GG} × MUC4 ^{CC}	3	11,7 ± 1,33	9,7 ± 1,66	83,5 ± 11,42
MUC4 ^{GG} × MUC4 ^{CG}	5	12,2 ± 0,48	9,2 ± 0,66	75,4 ± 4,50
В среднем по породе				
MUC4 ^{CC} × MUC4 ^{CC}	20	11,9 ± 0,36	10,3 ± 0,24	90,6 ± 1,97**
MUC4 ^{CC} × MUC4 ^{CG}	8	12,1 ± 0,51	10,2 ± 0,49	87,1 ± 2,73*
MUC4 ^{CG} × MUC4 ^{CC}	49	12,6 ± 0,25	10,1 ± 0,17	85,6 ± 1,34*
MUC4 ^{CG} × MUC4 ^{CG}	30	11,7 ± 0,38	9,3 ± 0,32	83,2 ± 2,81
MUC4 ^{GG} × MUC4 ^{CC}	3	11,7 ± 1,33	9,7 ± 1,66	83,5 ± 11,42
MUC4 ^{GG} × MUC4 ^{CG}	5	12,2 ± 0,48	9,2 ± 0,66	75,4 ± 4,50

Было выявлено, что использование в схемах подбора родительских форм с желательным проявлением гена MUC4 (MUC4^{CC} × MUC4^{CC}) позволяет достоверно повысить сохранность поросят за подсосный период, что видно на примере белорусской крупной белой породы, разводимой в условиях РСУП СГЦ «Заднепровский». При наличии аллеля MUC4^G в генотипе как матери, так и отца (MUC4^{CG} × MUC4^{CG}) сохранность поросят к отъему снижалась на 7,0 проц. пункта (с 90,7% до 83,7%).

Повышение сохранности потомства у родителей желательных генотипов положительно повлияло на количество поросят к отъему, которое оказалось достоверно (P < 0,05) на 0,7 головы больше в сравнении с сочетанием MUC4^{CG} × MUC4^{CG}. Аналогичная тенденция была и среди животных белорусской крупной белой породы, разводимой в условиях РУПС ПЗ «Порплище», где сохранность молодняка за подсосный период у родителей с генотипом MUC4^{CC} выросла на 2,4 проц. пункта по сравнению с сочетанием

MUC4^{GG} × MUC4^{CC} и на 10,5 проц. пункта – по сравнению с сочетанием MUC4^{GG} × MUC4^{CG}.

В среднем же по белорусской крупной белой породе сохранность поросят к отъему (сочетание генотипов родителей MUC4^{CC} × MUC4^{CC}) была достоверно ($P < 0,01$) выше, чем у сочетания родительских генотипов MUC4^{GG} × MUC4^{CG} на 15,2 проц. пункта. Повышение концентрации аллеля MUC4^G в сочетании родительских форм MUC4^{GG} × MUC4^{CG} вызвало достоверное снижение сохранности поросят за подсосный период на 11,7 проц. пункта по сравнению с сочетанием MUC4^{CC} × MUC4^{CG} и на 10,2 проц. пункта по сравнению с MUC4^{CG} × MUC4^{CC} ($P < 0,05$).

Результаты анализа позволяют утверждать, что на сохранность поросят влияет в заметной степени как генотип матери, так и генотип отца по гену MUC4, и с преобладанием в схемах подбора генотипов с мутантным аллелем MUC4^G сохранность молодняка значительно и достоверно снижается.

Расчет экономической эффективности использования различных генотипов гена MUC4 проводился в разрезе каждой полиморфной группы исследуемых генов, а также по мере возрастания концентрации отдельных аллелей в геноме животных (см. табл. 3).

Таблица 3. Экономическая эффективность использования гена MUC4 в качестве маркера сохранности поросят к отъему

Показатели	Концентрация аллеля MUC4 ^G в схемах подбора, %					
	75	50		25		–
	MUC4 ^{GG} × MUC4 ^{CG}	MUC4 ^{CG} × MUC4 ^{CG}	MUC4 ^{GG} × MUC4 ^{CC}	MUC4 ^{CG} × MUC4 ^{CC}	MUC4 ^{CC} × MUC4 ^{CG}	MUC4 ^{CC} × MUC4 ^{CC}
Многоплодие, гол.	12,2	11,7	11,7	12,6	12,1	11,9
Кол-во поросят к отъему, гол.	9,2	9,3	9,7	10,1	10,2	10,3
Сохранность, %	75,4	83,2	83,5	85,6	87,1	90,6
Среднегодовое количество опоросов на 1 свиноматку	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Выход поросят на 1 свиноматку в год, гол.	20,24	20,46	21,34	22,22	22,44	22,66
Количество молодняка, реализуемого на 100 свиноматок в год с учетом отхода, гол.	1902,6	1923,2	2005,9	2088,7	2109,4	2130,0
Живая масса 1 гол. молодняка при реализации, кг	110	110	110	110	110	110
Получено живой массы молодняка на 100 свиноматок в год, кг:						
в т. ч. I категории	209286,0	211552,0	220649,0	229757,0	232034,0	234300,0
II категории	156964,5	158664,0	165486,8	172317,8	174025,5	175725,0
Закупочная цена на свинину за 1 кг живого веса, руб.:						
I категории	4633	4633	4633	4633	4633	4633
II категории	4480	4480	4480	4480	4480	4480
Выручка от реализации молодняка на 100 свиноматок в год, тыс. руб.						
в т. ч. за I категорию	961616,8	972028,5	1013827,0	1055676,0	1066138,2	1076549,9
за II категорию	727216,5	735090,3	766700,3	798348,4	806260,1	814133,9
Экономический эффект: тыс. руб.	234400,3	236938,2	247126,7	257327,6	259878,1	262416,0
у. е.	–	10411,7	52210,2	94059,2	104521,4	114933,1
у. е.	–	3718,5	18646,5	33592,6	37329,1	41047,5

Как показывают представленные данные, с повышением концентрации нежелательного аллеля MUC4^G в схемах подбора (от 0 до 75%) сохранность потомства за подсосный период снижалась (с 90,6% до 75,4%), негативно сказываясь в конечном итоге на экономической эффективности.

В тоже время с увеличением концентрации желательного аллеля MUC4^C увеличивалась сохранность и количество реализуемого молодняка. Наилучшими показателями характеризо-

вался молодняк, полученный от желательного сочетания родительских генотипов MUC4^{CC} × MUC4^{CC}. Так, выход молодняка данного сочетания на 100 свиноматок составил 2130 голов за год, а общая живая масса при реализации составила 234,3 т, что на 227,4 головы и 25 т соответственно больше в сравнении с сочетанием MUC4^{GG} × MUC4^{CG}. Экономический эффект от реализации молодняка генотипа MUC4^{CC} × MUC4^{CC} достиг 114933,1 тыс. руб., или 41047,5 у. е.

Заключение

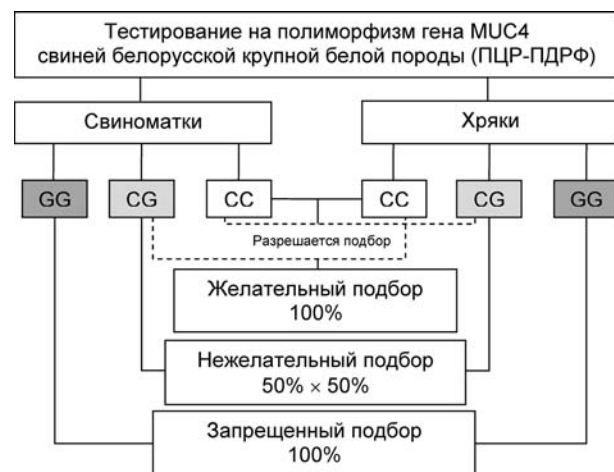
В результате проведенных исследований изучен полиморфизм и определена экономическая эффективность использования различных генотипов гена MUC4 у свиней белорусской крупной белой породы. Выявлено, что с увеличением концентрации аллеля MUC4^C повышалась сохранность и количество реализуемого молодняка, что положительно сказывалось на экономической эффективности. Наилучшими показателями характеризовался молодняк, полученный от желательного сочетания родительских генотипов MUC4^{CC} × MUC4^{CC}, экономический эффект от реализации которого составил 114933,1 тыс. руб., или 41047,5 у. е.

С целью дальнейшей оценки потенциальной роли гена MUC4 в маркерной селекции нами проводятся исследования, направленные на выявление связи между генотипами исследуемого маркера и другими хозяйственно-полезными признаками свиней.

В заключение приводится схема подбора хряков и маток различных генотипов по гену MUC4 на повышение резистентности и сохранности молодняка.

Согласно схеме, предпочтительным подбором является CC × CC. Этот подбор рекомендуется для целей саморемонта и создания племенного ядра. Подбор в вариантах CG × CC

и CC × CG позволяет блокировать проявление нежелательного гена, но его рекомендуется использовать только для товарных целей без права отбора на саморемонт. Подбор CG × CG является нежелательным, а GG × GG – запрещенным, так как их использование приведет к значительным потерям от непроизводительного выведения животных (падежа и прирезки) и существенному снижению продуктивности молодняка.



Рекомендуемая схема подбора на повышение сохранности молодняка

ЛИТЕРАТУРА

1. Данкверт, С. А. Производство и мировой рынок молока в начале XXI века / С. А. Данкверт, И. М. Дунин. – М.: Лесные Поляны, 2002. – 72 с.
2. Введение в молекулярную генную диагностику сельскохозяйственных животных / Н. А. Зиновьева [и др.]. – М.: ВИЖ, 2002. – С. 53–54.
3. Лобан, Н. А. Профилактика колибактериоза поросят методами молекулярной генной диагностики / Н. А. Лобан, О. Я. Василюк // Практика. Журнал практикующего специалиста. – 2005. – № 7–8. – С. 64–65.
4. Шмаков, Ю. И. Изучение связи полиморфизма гена рецептора E. Coli F18 / FUT 1 с локусами количественных признаков свиней / Ю. И. Шмаков, Н. А. Зиновьева // Свиноводство: материалы междунар. науч.-практ. конф.; Т. 2. – Дубровицы, 2004. – С. 81–86.
5. Porcine polymorphisms and methods for detecting them / S. Cirera, M. Fredholm, C. Joergensen, A. Archibald, L. Andersson, I. Edfors // patent number wo2004048606, 2004.
6. Filistowicz, M. Preliminary study on the effect of fut1 and muc4 loci on the fertility of sows and on breeding success of piglets / M. Filistowicz, S. Jasek // Acta fytotechnica et zootechnica Mimoriadne cislo Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, – 2006. – № 4. – P. 23–26.
7. Linkage and comparative mapping of the locus controlling susceptibility towards E. coli F4ab/ac diarrhoea in pigs / C. Jorgensen [et al.] // Cytogenet Genome Res. – 2003. – № 102. – P. 157–162.
8. The g.243A>G mutation in intron 17 of MUC4 is significantly associated with susceptibility/resistance to ETEC F4ab/ac infection in pigs / Q. Peng [et al.] // Animal Genetics. – 2007. – № 38(4). – P. 397–400.

РЕЗЮМЕ

В результате проведенных исследований изучен полиморфизм и определена экономическая эффективность использования различных генотипов гена MUC4 у свиней белорусской крупной белой породы. Выявлено, что с увеличением концентрации аллеля MUC4^C повышалась сохранность и количество реализуемого молодняка, что положительно сказывалось на экономической эффективности. Наилучшими по-

казателями характеризовался молодняк, полученный от желательного сочетания родительских генотипов $MUC4^{CC} \times MUC4^{CC}$, экономический эффект от реализации которого составил 114933,1 тыс. руб., или 41047,5 у. е.

SUMMARY

As a result of the spent researches polymorphism is studied and economic efficiency of use of various genotypes of gene MUC4 at pigs of the Belarussian Large White breed is defined. It is revealed, that with concentration increase $MUC4^C$ allele safety and quantity of realised young growth increased, that positively affected economic efficiency. The best indicators characterized the young growth received from a desirable combination of parental genotypes $MUC4^{CC} \times MUC4^{CC}$, economic benefit of which realization has made 114933,1 thousand rbl., or 41047,5 c. u.

Поступила 27.04. 2011