

ВЛИЯНИЕ ОТЦОВСКОГО ГЕНОТИПА ПО ЛОКУСУ ГЕНА IGF-2 НА ОТКОРМОЧНЫЕ И МЯСНЫЕ КАЧЕСТВА ПОТОМКОВ

Д.А. Каспирович*, В.А. Дойлидов**, Н.А. Лобан***

* УО «Полесский государственный университет»

** УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»

*** РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»

Введение. Основным методом оценки генотипа свиней по мясным и откормочным качествам считается оценка по качеству потомства при проведении контрольного откорма, который позволяет выразить суммарный эффект всех факторов, применяемых селекционерами с целью улучшения продуктивности свиней.

Не смотря на это, в нашей республике за последнее время удалось увеличить среднесуточные приросты животных на откорме всего лишь на 22–50 г, массу задней трети полутуши на 0,3–0,5 кг, площадь «мышечного глазка» на 1,2–2,2 см², толщину шпика снизить только у свиней белорусской мясной породы на 1 мм [1].

Поэтому достижение высокой продуктивности свиней, в том числе откормочных и мясных качеств, разводимых в республике пород и гибридного молодняка, невозможно без внедрения передовых методов ДНК-технологий: нахождения генетических маркеров, отвечающих за определенные показатели продуктивности и исключения из селекционного процесса животных с нежелательными генными мутациями [4].

Одним из перспективных маркеров мясных и откормочных качеств свиней на сегодняшний день является ген инсулиноподобного фактора роста-2 (IGF-2), который участвует во многих метаболических, митогенных и дифференцирующих процессах, происходящих в эмбриональных тканях и плаценте [2]. Кроме этого, аутокринная секреция IGF-2 играет главную роль в дифференцировке клеток скелетной мускулатуры – миогенезе [5, 7].

По утверждению А.-S. Van Laere и др., данный ген характеризуется патернальным влиянием на продуктивность, то есть у потомства проявляется действие только того аллеля, который был унаследован от отца [5], что существенно облегчает разработку селекционной стратегии, так как для достижения положительного эффекта у потомства достаточно проведения тестирования лишь хряков-производителей [3].

Т.Ф.С. Маскау установил, что причиной полиморфизма гена IGF-2 является точковая мутация (гуанин→аденин) в интроне 3 в позиции 3072 [8]. Данный фрагмент является частью, эволюционно сохраненного участка ДНК, функция которого на данный момент досконально не изучена [6].

Проведенный А.-S. Van Laere с соавторами ДНК-анализ для выявления полиморфизма гена инсулиноподобного фактора роста-2 европейского и азиатского диких кабанов, позволил установить отсутствие мутантного аллеля IGF^Q среди протестированных животных, который, судя по всему, появился среди животных специализированных пород в результате жесткого отбора по мясной продуктивности [5].

По данным А.-S. Van Laere и др., аллель IGF-2^Q ассоциирован с более низкими показателями откормочных и мясных качеств свиней, а аллель IGF-2^R – с более высокими [5].

Выше изложенное свидетельствует о необходимости проведения генетического контроля племенных животных, а также импортируемого в Республику Беларусь поголовья свиней по полиморфизму данного гена.

Цель работы – изучить полиморфизм гена IGF-2 у животных исследуемых пород и ассоциацию выявленных отцовских генотипов с откормочными и мясными качествами потомков.

Материалы и методика исследований. Объектом исследования явились хряки-производители белорусской крупной белой (41 гол.) и белорусской мясной (30 гол.) пород, а также их потомки, разводимые в РСУП «СГЦ «Заднепровский» Оршанского района Витебской области.

ДНК-тестирование подопытных животных по гену IGF-2 методом ПЦР-анализа в режиме реального времени проведено в ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства Россельхозакадемии». Для этого предварительно щипцами для мечения был отобран био-

логический материал (ткань ушной раковины), который консервировался в спирте с целью последующего выделения ДНК и оптимизации тест-систем.

По результатам генетического анализа по средствам методов популяционной генетики изучены генетическая структура популяций исследуемых пород свиней (частоты встречаемости аллелей и генотипов), определено генное равновесие (ожидаемые и фактические частоты встречаемости генотипов, а также критерий χ^2).

Цифровой материал, полученный по результатам исследований, обработан методом 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).

Согласно методике проведения контрольного откорма (ОСТ 103–86, 1988) в КИСС РСУ «СГЦ «Заднепровский» проведена оценка показателей откормочных и мясных качеств потомков хряков:

1. Откормочные качества (возраст достижения живой массы 100 кг, дн., затраты кормов на единицу прироста, корм. ед., среднесуточный прирост, г);

2. Мясные качества (длина туши, см, толщина шпика, мм, масса задней трети полутуши, кг, площадь «мышечного глазка», см², убойный выход, %).

В условиях элевара РСУП «СГЦ «Заднепровский»» изучено влияние гена IGF–2 на спермопродукцию хряков-производителей. Учтены такие показатели как объем эякулята, мл, концентрация спермиев, млн./мл, густота, баллы, выживаемость спермиев – до полной их гибели, ч.

Учтена воспроизводительная способность (коэффициент оплодотворяемости) хряков-производителей различных генотипов, которая рассчитывалась по формуле:

$$B = \frac{O + C + A}{N} \times 100\% , \text{ где}$$

O – число опоросившихся свиноматок;

C – число супоросных свиноматок;

A – число абортировавших свиноматок;

N – число покрытых свиноматок.

Результаты исследований. Проведенное ДНК-тестирование позволило установить характер полиморфизма гена IGF–2 в исследуемых популяциях хряков-производителей и в последующем – распределение частот встречаемости аллелей (рисунок 1) и генотипов (таблица 1).

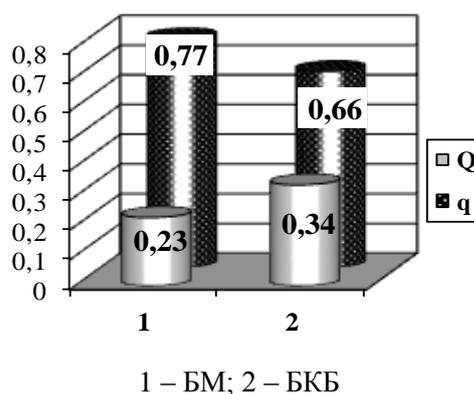


Рисунок 1 – Частоты встречаемости аллелей гена IGF–2 среди чистопородных хряков-производителей

Установлено, что частота встречаемости доминантного аллеля IGF–2^Q среди хряков исследуемых пород составила 0,34 – белорусская крупная белая и 0,23 – белорусская мясная.

Таблица 1 – Частоты встречаемости генотипов по гену IGF-2 у хряков белорусской крупной белой и белорусской мясной пород

n	Распределение	Частоты встречаемости генотипов, %			χ^2
		IGF-2 ^{QQ}	IGF-2 ^{Qq}	IGF-2 ^{qq}	
Белорусская мясная					
30	Ф	10,0	26,6	63,4	1,94
	О	5,4	35,8	58,8	
Белорусская крупная белая					
41	Ф	14,6	39,0	46,4	0,71
	О	11,6	44,8	43,4	

Согласно представленным в таблице данным, частота встречаемости генотипа IGF-2^{QQ} у хряков белорусской крупной белой породы составила 14,6%, а белорусской мясной – 10,0%.

В геноме хряков белорусской мясной породы гетерозиготный генотип IGF-2^{Qq} занимал 26,6%, белорусской крупной белой породы – 39,0%. Наибольший удельный вес приходился на животных с гомозиготным генотипом по рецессивному аллелю IGF-2^{qq} – 63,4 и 46,4%.

Несмотря на преобладание гомозиготного генотипа IGF-2^{qq} и относительно высокий удельный вес гетерозиготного, генетическое равновесие в исследованной популяции животных белорусской крупной белой и белорусской мясной пород не было нарушено – различия между фактическими и ожидаемыми частотами генотипов не имели достоверных значений.

Таким образом, установлено, что хряки белорусской мясной породы характеризовались пониженной частотой встречаемости доминантного аллеля IGF-2^Q, несмотря на направление продуктивности, в сравнении с хряками белорусской крупной белой породы. Это объясняется тем, что в условиях Республики Беларусь для повышения мясных качеств в материнской породе (БКБ), используемой в схемах гибридизации, проводилось прилитие крови породы йоркшир. Животные данной породы имеют в основном гомозиготный генотип IGF-2^{QQ}, в результате чего произошло увеличение частоты встречаемости доминантного аллеля в геноме животных белорусской крупной белой породы.

В дальнейшем нами проведены исследования, направленные на изучение характера влияния установленных отцовских генотипов по локусу гена IGF-2 на показатели откормочных и мясных качеств молодняка белорусской крупной белой и белорусской мясной пород, результаты которых представлены в таблицах 2–3.

Таблица 2 – Показатели продуктивности откормочного молодняка белорусской крупной белой породы в зависимости от генотипа отцов по гену IGF-2

Показатели	Генотипы хряков-производителей		
	IGF-2 ^{QQ}	IGF-2 ^{Qq}	IGF-2 ^{qq}
Количество хряков, гол.	3	7	14
Количество потомков, гол.	23	72	119
Откормочные качества			
Возраст достижения живой массы 100 кг, дн.	175,8±1,79**	178,1±1,04*	181,3±0,73
Среднесуточный прирост, г	763±17,87	765±10,84	739±5,73
Затраты корма на 1 кг прироста, корм. 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 задней трети полутуши, 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

Разница достоверна при * – P<0,05, ** – P<0,01, *** – P<0,001

Анализ данных таблицы 2 показал, что откормочный молодняк свиней белорусской крупной белой породы, полученный от хряков генотипа IGF-2^{Qq} превосходил потомков хряков генотипа IGF-2^{qq}: по возрасту достижения живой массы 100 кг – на 5,5 дня (P<0,01); среднесуточному приросту живой массы – на 24 г; массе задней трети полутуши – на 0,2 кг (P<0,05); площади «мышечного глазка» – на 1 см² (P<0,05), по затратам корма на 1 кг прироста живой массы – на 0,02 корм. ед.

Среди потомков гетерозиготных хряков IGF-2^{Qq} в сравнении с потомками хряков генотипа IGF-2^{qq} выявлено сокращение возраста достижения живой массы 100 кг на 3,2 дня (P<0,05), повышение среднесуточного прироста на 26 г, снижение затрат корма на 0,06 корм. ед. (P<0,05), повышение массы задней трети полутуши и площади «мышечного глазка» на 0,2 кг (P<0,001) и 1 см², соответственно.

Оценка молодняка белорусской мясной породы по откормочным и мясным качествам в зависимости от генотипа отцов по гену IGF-2 (таблица 3) позволила выявить повышение анализируемых показателей откормочных и мясных качеств потомков, отцы которых имели генотип IGF-2^{Qq}.

Таблица 3 – Показатели продуктивности откормочного молодняка белорусской мясной породы в зависимости от генотипа отцов по гену IGF-2

Показатели	Генотипы хряков-производителей		
	IGF-2 ^{Qq}	IGF-2 ^{Qq}	IGF-2 ^{qq}
Количество хряков, гол.	2	7	16
Количество потомков, гол.	21	82	150
Откормочные качества			
Возраст достижения живой массы 100 кг, дн.	180,5±1,66***	184,4±1,02	186,7±0,65
Среднесуточный прирост, г	773±14,93**	741±9,15	721±5,03
Затраты корма на 1 кг прироста, корм. 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

Нами установлена закономерность сокращения возраста достижения живой массы 100 кг на 6,2 дня (P<0,001); увеличения среднесуточного прироста живой массы – на 52 г (P<0,01) и снижения затрат корма – на 0,15 корм. ед. (P<0,01). По мясным качествам было выявлено достоверное увеличение массы задней трети полутуши – на 0,2 кг (P<0,05); площади «мышечного глазка» – на 2,1 см² (P<0,01); убойного выхода – на 1,0 проц. пункт (P<0,05).

Тенденция роста некоторых анализируемых показателей мясных и откормочных качеств наблюдалась и среди потомков хряков генотипа IGF-2^{Qq}, однако статистически достоверных различий выявлено не было, а средние арифметические имели промежуточные значения между потомками хряков генотипов IGF-2^{Qq} и IGF-2^{qq}.

В результате изучения влияния гена IGF-2 на качество спермопродукции и воспроизводительную способность хряков-производителей белорусской мясной породы, разводимой в РСУП «СГЦ «Заднепровский» (таблицы 4–5), выявлена положительная тенденция влияния аллеля IGF-2^Q на некоторые качественные и количественные показатели спермопродукции.

Таблица 4 – Влияние полиморфизма гена IGF-2 на качество спермопродукции хряков-производителей белорусской мясной породы

Показатели	Генотипы хряков		
	IGF-2 ^{QQ}	IGF-2 ^{Qq}	IGF-2 ^{qq}
Количество хряков, гол.	2	7	19
Объем эякулята, мл	163,0±21,00	169,7±21,82	180,2±8,53
Густота спермы, баллов	8,05±0,05	8,05±0,03	7,9±0,05
Концентрация спермиев, млн./мл	334,5±5,50	338,1±4,68	333,9±1,63
Выживаемость спермиев, ч	180,0±12,0	187,3±9,21	175,2±6,59

Установлено, что животные генотипа IGF-2^{QQ} имели меньший объем эякулята относительно животных генотипа IGF-2^{qq} на 17,2 мл, но превосходили по таким качественным показателям спермопродукции как концентрация и выживаемость спермиев – на 0,6 млн./мл и на 4,8 ч.

Разница по данным показателям между животными генотипов IGF-2^{Qq} и IGF-2^{qq} составила 10,5 мл, 4,2 млн./мл и 12,1 ч, соответственно.

Таблица 5 – Влияние полиморфизма гена IGF-2 на воспроизводительную способность хряков-производителей белорусской мясной породы

Показатели	Генотипы хряков		
	IGF-2 ^{QQ}	IGF-2 ^{Qq}	IGF-2 ^{qq}
Осеменено маток, гол.	77	327	736
% выбытия супорных маток	-	0,8±0,56	0,8±0,32
% абортировавших маток	7,7±2,29	6,8±0,79	3,8±0,78
% опоросившихся маток	85,8±3,34	77,8±2,02	86,8±1,54
Оплодотворяемость, %	93,5±1,04	85,4±2,08	91,4±0,99

Кроме этого, наличие в геноме хряков генотипа IGF-2^{QQ} по гену инсулиноподобного фактора-2 позволяет повысить воспроизводительную способность животных (таблица 5) – процент оплодотворяемости маток повышается на 2,1 проц. пункта относительно хряков генотипа IGF-2^{qq}.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что частота встречаемости доминантного аллеля IGF-2^Q гена инсулиноподобного фактора роста-2 у хряков-производителей белорусской мясной породы составила 0,23, белорусской крупной белой – 0,34. Определено положительное влияние наличия доминантного аллеля IGF-2^Q в геноме хряков на откормочные и мясные качества полученного от них потомства. Молодняк белорусской крупной белой породы, отцы которых имели генотип IGF-2^{QQ} достоверно превосходил потомков хряков с генотипом IGF-2^{qq} по возрасту достижения живой массы 100 кг – на 5,5 дней; среднесуточному приросту живой массы – на 24 г; массе задней трети полутуши – на 0,2 кг; площади «мышечного глазка» – на 1 см²; затраты корма на 1 кг прироста были ниже на 0,02 корм. ед. У молодняка белорусской мясной породы, полученного от отцов генотипа IGF-2^{QQ}, выявлено достоверное сокращение возраста достижения живой массы 100 кг – на 6,2 дня; повышение среднесуточного прироста – на 52 г (P<0,01); массы задней трети полутуши – на 0,2 кг; площади «мышечного глазка» – на 2,1 см²; затраты корма были ниже на 0,15 корм. ед. У потомства гетерозиготных хряков по гену IGF-2 показатели откормочных и мясных качеств имели промежуточные значения по сравнению с потомками хряков генотипов IGF-2^{QQ} и IGF-2^{qq}.

Поэтому, основываясь на полученных результатах научно-производственного опыта, с целью повышения эффективности селекции на мясные и откормочные качества свиней белорусской крупной белой и белорусской мясной пород, а также гибридного молодняка на откорме мы рекомендуем в качестве селекционного приема при воспроизводстве стада племенных хозяйств использовать лишь особей с генотипом IGF-2^{QQ}. Это в свою очередь существенно облегчит разработку селекционной стратегии по повышению откормочных и мясных качеств свиней пород белорусской селекции. Животные с генотипом IGF-2^{Qq} в перспективе могут использоваться для повы-

шения откормочных и мясных качеств отечественных свиней в селекционных группах свиноматок на товарных комплексах наравне с хряками генотипа IGF-2^{QQ}.

Литература

1. Епишко, Т.И. Интенсификация селекционных процессов в свиноводстве с использованием классических методов генетики и ДНК-технологии: автореф. ... дис. д-ра с.-х. наук: 06.02.01. / Т.И. Епишко; РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству». – Жодино, 2008. – 44 с.
2. Лобан, Н. ДНК-диагностика признаков продуктивности свиней / Н. Лобан, А. Чернов // Животноводство России. – 2009. – Спец. вып. – С. 23–24.
3. Селекция на основе ДНК-технологий / О. Костюнина [и др.] // Животноводство России. – 2009. – Спец. вып. – С. 19–20.
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. A regulatory mutation in IGF2 causes a major QTL effect on muscle growth in the pig / A.-S. Van Laere [et al.] // Nature. – 2003. – Vol. 425. – P. 832–836.
6. Comparative sequence analysis of the Insulin-IGF2-H19 gene cluster in pigs / V. Amarger [et al.] // Mamm. Genome. – 2002. – Vol. 13. – P. 388–398.
7. Florini, J.R. IGFs, muscle growth, and myogenesis / J. R. Florini, D.Z. Ewton, F.J. McWade // Diabetes Rev. – 1995. – Vol. 3. – P. 73–92.
8. Mackay, T.F.C. Quantitative trait loci in Drosophila / T.F.C. Mackay // Nature Rev. Genet. – 2001. – N. 2. – P. 11–21.