

методические материалы. – М. : Колос, 1970. – 39 с.

2. Рокицкий, П. Ф. Введение в статистическую генетику / П. Ф. Рокицкий. – Мн. : Высш. шк., 1974. – 447 с.

3. Савели, О. Методические рекомендации по оценке быков-производителей по трудности отела / О. Савели. – Тарту, 1982. – 25 с.

4. Ткачук, В. Н. Причины трудных отёлов у помесных коров лебединской породы / В. Н. Ткачук, Д. Т. Винничук // Животноводство. – 1986. – № 1. – С. 50-51.

5. Якусевіч, А. М. Малочная прадукцыйнасць кароў пры выкарыстанні галшты-наў / А. М. Якусевіч, Е. И. Бекіш // Весці АН БССР. Сер. с.-г. навук. – 1991. – № 1. – С. 96-99.

6. Saveli, O. Vastsündinud vasika kehamass ja poegimise kulg eessti mustakirjul tõul / O. Saveli, R. Reede // Eessti Põllumajanduse akadeemia teaduslike tööde kogumik. – № 139. – S. 6-11.

УДК 636.4:575.174.015.3

## ВЛИЯНИЕ ГЕНА RYR1 НА КАЧЕСТВО МЯСА СВИНЕЙ

Т.И. ЕПИШКО, кандидат сельскохозяйственных наук

И.П. ШЕЙКО, доктор сельскохозяйственных наук

О.П. КУРАК, кандидат сельскохозяйственных наук

Р.И. ШЕЙКО, кандидат сельскохозяйственных наук

Л.А. ФЕДОРЕНКОВА, доктор сельскохозяйственных наук

Н.В. ПОСКРЁБКИН, кандидат сельскохозяйственных наук

РУП «Институт животноводства НАН Беларуси»

**Реферат.** Проведены исследования, направленные на изучение доли влияния гена RYR1 на качество мяса чистопородного и помесного молодняка свиней. Установлено, что наличие мутации в гене RYR1 является не единственной причиной, вызывающей проявление пороков мяса PSE и DFD. Выявлено, что мутация в гене RYR1 только в 30 % случаев является причиной PSE мяса, и 10% – DFD, что свидетельствует о возможном влиянии технологических факторов предубойного содержания, способа убоя животных и, вероятно, полигенном характере детерминации признаков качества мяса.

**Ключевые слова:** свиньи, ПЦР-ПДРФ, ген RYR1, точковая мутация, мясная продуктивность, качество мяса, PSE, DFD.

**Введение.** Интенсивная селекция на увеличение мясности и одновременное уменьшение содержания жира в тушах свиней привела к значительному ухудшению качества мяса. Возникает парадокс: при интенсивной селекции на увеличение мышечной массы в туше одновременно увеличивается число животных, характеризующихся повышенной чувствительностью к стрессам [12]. При внешней или внутренней угрозе динамическому равновесию гомеостаза возникает стресс, как защитная реакция организма [13], вызывающий злокачественную гипертермию вследствие мутации в рианодин-рецепторном гене RYR1. Данная мутация приводит к снижению естественной рези-

стентности, ослаблению гуморальных, тканевых и клеточных механизмов иммунитета, увеличению отхода поросят, резкому снижению воспроизводительной функции, откормочной продуктивности, ухудшению качества мяса [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. По данным Hardge T. и Scholz A. [14], влияние RYR1-генотипа на качество мяса составляет до 60 %.

Свиньи, чувствительные к стрессу (PSS), имеют бледное, мягкое, эксудативное (PSE) или тёмное, жёсткое, сухое мясо (DFD) и синдром злокачественной гипертермии (MHS). Порок PSE возникает в результате ускоренного распада гликогена в мышцах мяса, резкого повышения уровня молочной кислоты и падения pH до 5,70-5,40 в первые 45 мин. после убоя, в то время как у нормальных туш pH находится в пределах 5,71-6,20. При PSE значительно снижается влагоудерживающая способность мяса и из него невозможно приготовить высококачественные деликатесные продукты [3, 6, 9].

Установлено, что доминирующей причиной проявления PSE является генетический дефект, связанный с рецептором рианодина, – RYR1.

Синдром DFD у свиней встречается реже, чем PSE. Под влиянием предубойного стрессфактора распад гликогена в мясе ограничивается, образуется мало молочной кислоты и сохраняется высокое значение pH<sub>45</sub> (6,21 и выше).

Даже после двух десятилетий интенсивной селекции, направленной на исключение данных дефектов, в странах с развитым свиноводством при контрольных убоях регистрируют только 16 % свиных туш с мясом «идеального» качества, а около 30 % животных проявляют черты синдромов PSE и DFD.

Во Франции, Голландии, США, Англии из-за стресс-синдрома бракуется до 41 % свиных туш. В большей степени пороки мяса проявляются в ценных отрубках. В длиннейшей поясничной мышце и в окороках больше, чем в остальных отрубках (особенно полученных от свиней исключительно мясных пород), изменяются их цвет и структура. В Швейцарии эта проблема была решена при помощи соответствующих методов селекции. Во Франции, Норвегии, Швеции и Финляндии её пытаются решить с помощью кроссбридинга. Однако он не является гарантией повышения резистентности свиней к стрессу и улучшения качества мяса. Особенно высокий процент выхода мяса с пороками PSE и DFD наблюдается в Баварии, регионе с высокой культурой ведения животноводства [9].

Zhang et. al. [16] и Layučky et. al. [15] установили, что наличие мутации в гене RYR1 не всегда является причиной выхода мяса низкого качества (PSE) с пониженной влагоудерживающей способностью, даже у носителей точковой мутации злокачественной гипертермии RYR<sup>n</sup>.

Лауцкы et. al. [15] выявили нарушения метаболизма в скелетной мышце у гетерозигот ( $RYR^{Nn}$ ), связанное с мутацией в гене  $RYR1$ , вызывающей появление порока PSE. Однако авторы считают, что это является не единственной причиной, вызывающей проявление пороков PSE и DFD, так как на качество мяса влияют различные эндогенные и экзогенные факторы, такие, как состав скелетных мышц, условия содержания перед убоем, способ убоя и время суток.

Целью наших исследований явилось изучение доли влияния гена  $RYR1$  на качество мяса чистопородного и помесного молодняка свиней.

**Материал и методика исследований.** С целью изучения влияния гена  $RYR1$  на качество мяса свиней проведён контрольный убой с обвалкой по 10 голов из каждой опытной группы и ДНК-тестирование на наличие мутации в гене  $RYR1$  чистопородного (белорусской мясной (БМ), крупной белой (КБ) и породы дюрок (Д)) и помесного молодняка этих пород, а также с ландрас (Л), крупной белой норвежской селекции (КБн) и петрен (П), разводимых в РУСП СГЦ «Заднепровский» Витебской и СКП «Снов» Минской областей.

Ядерную ДНК выделяли перхлоратным методом. Амплификацию фрагмента  $RYR1$ -гена проводили методом ПЦР с использованием олигонуклеотидных праймеров  $RYR 56.1$  и  $RYR 56.2$ :

$RYR 56.1$ :- GTGCTGGATGTCCTGTGTTCCCT-3';

$RYR 56.2$ :- CTGGTGACATAGTTGATGAGGTTTG-3'.

Для амплификации использовали режим: «горячий старт» -  $94^{\circ}C$  – 6 мин; денатурация -  $94^{\circ}C$  – 1 мин; отжиг -  $60^{\circ}C$  – 1 мин; элонгация -  $72^{\circ}C$  – 1 мин; достройка при  $72^{\circ}C$  – 5 мин (30 циклов амплификации). Концентрацию, нативность, подвижность ДНК, концентрацию и специфичность амплификата, результаты расщепления продуктов ПЦР рестриктазой  $Hin6I$  оценивали электрофоретическим методом в агарозных гелях, окрашенных бромистым этидием, с помощью трансиллюминатора в УФ-свете.

Наличие пороков PSE и DFD определяли спустя 45 мин. после убоя животных путём измерения pH (кислотности) мяса портативным pH-метром HI 8314. Физические свойства мяса определялись в лаборатории зооанализа РУП «Институт животноводства НАН Беларуси».

**Результаты эксперимента и обсуждение.** При исследовании ядерной ДНК чистопородного и помесного молодняка выявлен полиморфизм гена  $RYR1$ , представленный двумя аллелями:  $RYR^N$  – без мутации,  $RYR^n$  – с точковой мутацией. Идентифицированы генотипы:  $RYR^{NN}$  – свободные от мутации (устойчивые к стрессу),  $RYR^{Nn}$  – носители злокачественной гипертермии (табл. 1).

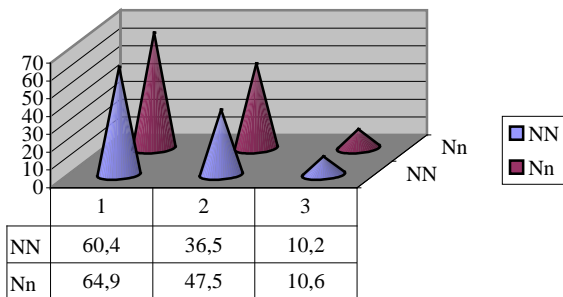
Таблица 1.

Частота встречаемости мутации в гене RYR1 у чистопородного и помесного молодняка

Породы и породные сочетания	Частота встречаемости				
	генотипов, %			аллелей	
	NN	Nn	nn	N	n
КБ	90	10	-	0,95	0,05
БМ	80	20	-	0,90	0,10
Д	100	-	-	1,00	-
КБ*БМ	60	40	-	0,80	0,20
КБ*Л	100	-	-	1,00	-
КБ*КБн	100	-	-	1,00	-
(КБ*БМ)*Д	100	-	-	1,00	-
(КБ*БМ)*(Д*П)	83	17	-	0,92	0,08

Выявлена изменчивость частот встречаемости аллеля RYR<sup>n</sup> от 0 до 0,20 и от 0 до 40 % генотипов носителей RYR<sup>Nn</sup>, мутации злокачественной гипертермии, в зависимости от породной принадлежности и породного сочетания подсвинков. Наиболее высокой частотой встречаемости (40 %) гетерозиготных генотипов характеризуется молодняк белорусской мясной породы (20 %), помесный – крупной белой и белорусской мясной, а также (КБ\*БМ)\*(Д\*П). В то же время мутация RYR<sup>n</sup> не диагностирована у подсвинков породы дюрок, а также сочетаний КБ\*Л, КБ\*КБн и (КБ\*БМ)\*Д.

Использование в системе гибридизации специализированных мясных пород зарубежной селекции ландрас и пьетрен, а также крупной белой норвежской селекции привело к значительному повышению мясной продуктивности у помесного молодняка и одновременно к значительному увеличению концентрации аллеля RYR<sup>n</sup>. Результаты обвалки полутуш подсвинков сочетания (КБ\*БМ)\*(Д\*П) показали (гист. 1), что гетерозиготные животные RYR<sup>Nn</sup> характеризовались более высоким убойным выходом (на 4,5 %), большей площадью «мышечного



Гист. 1. Показатели мясной продуктивности помесного молодняка (КБ\*БМ)\*(Д\*П).

1 – выход мяса, 2 – площадь «мышечного глазка», 3 – масса окорока

глазка» (на 11 см<sup>2</sup>) и тяжёлым окороком (на 0,4 кг) в сравнении с животными с генотипом RYR<sup>NN</sup>.

Интенсивная селекция на увеличение мясной продуктивности чистопородного и помесного молодняка наряду с увеличением мясной продуктивности в ряде случаев оказала негативное влияние на качество мяса – увеличилась частота встречаемости пороков PSE и DFD.

Установлено проявление пороков мяса PSE среди подсвинков с гетерозиготным генотипом RYR<sup>Nn</sup> от 17 до 30 %, у свободных от стресса – от 30 до 60 %, приняв предельную величину рН<sub>45</sub><5,71. Наличие пороков мяса DFD среди животных с гетерозиготным генотипом RYR<sup>Nn</sup> составило 10 % и от 10 до 60 % – у свободных от стресса животных (табл. 2).

Таблица 2

Проявление пороков мяса PSE и DFD в зависимости от наличия точковой мутации в гене RYR1

Породы и породные сочетания	рН <sub>45</sub>					
	Хорошее, %		PSE, %		DFD, %	
	свободны от RYR <sup>n</sup>	носители RYR <sup>n</sup>	свободны от RYR <sup>n</sup>	носители RYR <sup>n</sup>	свободны от RYR <sup>n</sup>	носители RYR <sup>n</sup>
КБ	65	-	35	-	-	10
БМ	90	-	-	-	10	-
Д	40	-	-	-	60	-
КБ*БМ	60	-	-	30	-	10
КБ*Л	30	-	60	-	10	-
КБ*КБн	70	-	30	-	-	-
КБ*БМ*Д	40	-	-	-	60	-
(КБ*БМ)*(Д*П)	42	-	-	17	41	-

Таким образом, независимо от генотипа животных по гену RYR1, наблюдается проявление пороков мяса PSE и DFD, что в первую очередь свидетельствует о полигенном характере детерминации показателей качества мяса. Однако уровень современных знаний не позволяет выделить мажорные гены для маркирования признаков качества мяса.

Возможной причиной проявления пороков мяса PSE и DFD у подсвинков, устойчивых к стрессу, является несоблюдение оптимальных условий предубойного содержания и технологии убоя животных.

Выявлено, что у животных RYR<sup>Nn</sup> – носителей злокачественной гипертермии наблюдается повышение кислотности мяса (табл. 3) до

Таблица 3

Влияние мутации в гене RYR1 на физические свойства мяса помесного и чистопородного молодняка

Генотип	рН	Увариваемость, %	Влагоудерживающая способность, %
NN	5,72±0,11	38,8±0,7	52,69±0,64
Nn	5,68±0,02	40,0±0,01	52,26±1,04

5,68, что указывает на проявление порока мяса PSE и, как следствие, на увеличение показателей увариваемости на 1,2 % и снижение влагоудерживающей способности на 0,43 %.

**Выводы.** Установлено проявление PSE среди животных с генотипом RYR<sup>Nn</sup> от 17 до 30 % и у свободных от стресса – от 30 до 60 %. Выявлено наличие пороков мяса DFD от 10 до 60 % у животных, устойчивых к стрессу. Очевидно, что наличие мутации в гене RYR1 является не единственной причиной, вызывающей пороки мяса PSE и DFD, зависит от породной принадлежности животных и от технологических факторов предубойного содержания, способа убоя и, вероятно, носит полигенный характер детерминации признаков качества мяса.

#### Литература.

1. Балацкий, В. Н. ДНК – диагностика стресс – синдрома свиней и ассоциация RYR1 – генотипов с жизнеспособностью поросят раннего возраста / В. Н. Балацкий, Е. Н. Метлицкая // Цитология и генетика. – 2001. – № 3. – С. 43-49.
2. Бекенев, В. А. Селекция свиней / В. А. Бекенев. – Новосибирск, 1997. – 182 с.
3. Гудилин, И. И. Прогнозирование продуктивности свиней по биохимическим, цитохимическим и математическим тестам / И. И. Гудилин, В. А. Петухов, Т. А. Дементьева // Интерьер и продуктивность свиней / Новосибирский гос. аграрный ун-т. – Новосибирск, 2000. – 225 с.
4. Епишко, Т. И. Влияние полиморфизма гена RYR1 на механизмы физиологической реактивности организма свиней / Т. И. Епишко // Эпизоотология, иммунобиология, фармакология, санитария. – 2005. – № 1. – С. 49-54.
5. Желязков, Е. Възможности за директна селекция по генни маркери за подобряване на репродуктивните признаци при нерези / Е. Желязков, Г. Бчарова // Животноводни науки. – 2002. – № 4-5. – С. 62-65.
6. Князев, С. П. Проблемы дискордантности и косегрегации экспрессии галотанчувствительности свиней с мутацией 1843 С-Т в локусе RYR1 рецептора рианодина / С. П. Князев, К. Е. Жучаев, В. В. Гарт // Генетика. – 1998. – Т. 34, № 12. – С. 1648-1654.
7. Ковалюк, Н. В. Использование в селекции свиней генетических маркеров стрессустойчивости и многоплодия : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.23. / Ковалюк Н. В. – Боровск, 2002. – 26 с.
8. Кузнецов, В. Г. Галотан-устойчивость пород свиней Западной Сибири : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.02.01, 06.02.04 / Кузнецов В. Г. – Новосибирск, 2005. – 19 с.
9. RYR1-ген у свиней отечественных и зарубежных пород / Н. С. Марзанов [и др.] // Доклады Российской Академии сельскохозяйственных наук. 2001. – № 1. – С. 34-36.
10. Петухов, В. Л. Генофонд скороспелой мясной породы свиней / В. Л. Петухов, В. Н. Тихонов, А. И. Желтков. – Новосибирск, 2005. – 631 с.
11. Смирнов, А. Ф. Картирование и маркирование геномов животных / А. Ф. Смирнов, Н. С. Никитин // Вестник РАСХН. – 2002. – № 1. – С. 53-56.
12. Полиморфизм гена RYR1 в популяции белорусской мясной породы свиней и его ассоциация с процессами метаболизма и продуктивными качествами / И. П. Шейко [и др.] // Доклады РАСХН. – 2004. – № 5. – С. 30-32.
13. Stress: basic mechanisms and clinical implications // Eds. Annals of The New York Acad. Sci. – 1995. – Vol. 771. – P. 77.
14. Hardge, T., Scholz, A. // Faculty of Agriculture and Horticulture, Institute of Basic Animal Science. – Berlin, 2001.
15. Lahucky, R. Kvalita masa osdipanych s vyskytom a bez vyskytu mutacie v gene pre ryanodinovy receptor (RYR1) / R. Lahucky, P. Krska // J. of farm animal science. – Nitra,

2001. – № 34. – P. 223-228.

16. Zhang, W. Halotane Gene and Swine Performance / W. Zhang, D. Kuhlers, W. Rempel // J. of Anim. Sci. – 1992. – Vol. 70. – P. 1307-1313.

УДК 636.4.082.12

## ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД И ПОПУЛЯЦИЙ СВИНЕЙ ПО ГЕНУ H-FABP

М.А. КОВАЛЬЧУК

РУП «Институт животноводства НАН Беларуси»

**Резюме.** Изучен полиморфизм гена H-FABP у различных пород, популяций и половозрастных групп свиней. Установлены различия частот встречаемости аллелей H и d гена H-FABP на межпородном и межпопуляционном уровне и в зависимости от половозрастной группы животных. Выявлена тенденция преимуществ встречаемости генотипов H-FABP<sup>HH</sup> и H-FABP<sup>dd</sup> и высокая концентрация аллеля H и d у животных пород мясного направления продуктивности, что может быть связано с различным направлением селекции и интенсивностью отбора на увеличение количества мяса и уменьшение толщины шпика.

**Ключевые слова:** генетический полиморфизм, ген H-FABP, аллельные системы, мясная продуктивность, нежность мяса, качество мяса, внутримышечный жир, породы свиней.

**Введение.** Важнейшими селекционными признаками свиней являются мясная продуктивность и качество мяса. При производстве постной свинины, высоком среднесуточном приросте и низких затратах корма практически исчезли такие показатели, как ароматность, сочность и нежность мяса. Одна из причин ухудшения технологических качеств свинины – резкое снижение содержания в ней внутримышечного жира [4].

В качестве маркера содержания внутримышечного жира рассматривается ген, кодирующий белок, связывающий жирные кислоты (H-FABP) [5, 8, 13, 14], который локализован на 6-ой хромосоме (SSC6) [6, 7, 9, 10, 16, 17, 15, 12] и характеризуется тремя типами аллельного полиморфизма: A, a, D, d, H, h. Gerbens F., Pang-WeiJun и др. установили, что предпочтительными для селекции являются животные с генотипом HHdd [18, 19, 20]. Были исследованы животные, у которых содержание внутримышечного жира достоверно ( $P < 0,05$ ) превосходило аналогичный показатель у животных других генотипов.

По данным Зиновьевой Н.А., частота встречаемости предпочтительного генотипа H-FABP<sup>dd</sup> варьировала у свиней крупной белой породы от 7,9 до 34,8 %. Размах частот встречаемости генотипов H-FABP<sup>DD</sup> и аллеля D в разных популяциях крупной белой породы со-