

ГЕНОТИПИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СВИНЕЙ КЕМЕРОВСКОЙ ПОРОДЫ И ЛАНДРАС ПО ПОЛИМОРФНЫМ ГЕНАМ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА, ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫМ КАЧЕСТВАМ И СТРЕССЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

Гончаренко Галина Моисеевна, главный научный сотрудник научно-производственного центра Томского НИИ ТГУ

Хорошилова Татьяна Сергеевна, старший научный сотрудник лаборатории биотехнологий СибНИПТИЖ СФНЦА РАН

Ким Сергей Александрович, научный сотрудник лаборатории биотехнологий, СибНИПТИЖ СФНЦА РАН

Гришина Наталья Борисовна, старший научный сотрудник лаборатории биотехнологий, СибНИПТИЖ СФНЦА РАН

Халина Ольга Леонидовна, научный сотрудник лаборатории биотехнологий, СибНИПТИЖ СФНЦА РАН

Аннотация. Представлен сравнительный анализ полиморфизма генов *MC4R*, *H-FABP*, *POU1F1*, *LIF*, *ESR1*, *RYS* двух пород свиней, отличающихся по направлению продуктивности – мясо-сальное (кемеровская) и мясное (ландрас). Определены различия в частотах генотипов, связанных с хозяйственно ценными признаками.

Ключевые слова: свинья, порода, ген, аллель, частота, продуктивность.

Совершенствование отечественной племенной базы в свиноводстве в условиях жёсткой конкуренции невозможно без внедрения биотехнологических, генетических и цифровых технологий. В качестве одного из элементов в прогнозировании генетического потенциала, эффективности отбора и подбора, мониторинга уровня популяционно-генетических параметров стада могут рассматриваться генетические маркёры (SNP). В ряде исследований получены обнадеживающие результаты, что позволяет проводить дальнейшие поиски желательных генотипов для формирования племенного ядра животных с комплексом лучших вариантов генов, детерминирующих высокий уровень их продуктивности. Так, например, у свиней на отложение внутримышечного жира, так называемого «мраморного мяса» оказывает ген *H-FABP*, связывающий жирные кислоты [1]. К эффективным маркёрам толщины шпика относятся гены *MC4R* и ген *H-FABP* [2,3]. Ген гипофизарного фактора транскрипции (*POU1F1* или *PIT1*, *GHF-1*) оказывает стимулирующее воздействие на экспрессию генов гормона роста, пролактина и тиреотропного гормона, их дефицит у людей вызывает сильное отставание в росте детей [4]. У свиней генотип *POU1F1^{EE}* связан с лучшей скороспелостью, среднесуточными приростами, длиной туловища и меньшей толщиной шпика [5,6].

Ген лейкемия ингибирующего фактора *LIF*, как потенциальный генетический маркёр воспроизводительных качеств, обладает функциями в

регулировании плодовитости у многих млекопитающих, в том числе и свиней. Генотипическая структура этого гена в породах имеет значительные отличия [7,8].

Ген *ESR1* (эстрогеновый рецептор) контролирует синтез женского полового гормона – эстрогена, оказывает влияние на воспроизводительные качества свиней. В исследованиях на свиньях разных пород выявлена связь генотипов гена *ESR1* с воспроизводительными качествами, однако данные противоречивые [9,10].

При создании типа свиней с высокой мясной продуктивностью возникает проблема повышенной стресс чувствительности животных, обусловленная в том числе геном *RYR-1*, поэтому своевременное выявление его нежелательных генотипов *RYR-1^{Nn}* или *RYR-1ⁿⁿ* позволит снизить генетический груз в стадах [11].

Учитывая, что селекция на определённый признак при условии ассоциации его с определённым генотипом какого-либо гена, влечёт за собой изменение его частоты в стаде, нами проведены исследования по генетической структуре свиней двух диаметрально противоположных по направлению продуктивности пород – кемеровская (сальная) и ландрас (мясная).

Цель работы – изучить генотипическую структуру свиней двух пород, отличающихся направлением продуктивности: кемеровская (сальная), ландрас (мясная) по генам, связанным с толщиной шпика и воспроизводительными способностями, стресс чувствительности.

Материал и методы исследования. Исследования проведены на свиньях кемеровской породы и ландрас, принадлежащих СПК «Чистогорский» Кемеровской области. Материалом для выделения ДНК служила консервированная кровь, отобранная в разное время от свиней кемеровской породы и ландрас из комплекса. Молекулярно-генетические исследования выполнялись в условиях лаборатории биотехнологий СибНИПТИЖ СФНЦА РАН по апробированным методикам. Полиморфизм генов определяли методом ПЦР-ПДРФ с использованием амплификатора С1000 BioRad. Визуализацию и идентификацию генотипов определяли электрофорезом в агарозном геле с использованием гельдокументирующей системы E-Box-CX5.TS-20.M (Франция) в УФ-свете.

Результаты исследования. При анализе частот генотипов группы генов, связанных с жировым обменом свиней кемеровской породы и ландрас, выявлены значительные различия по частоте генотипов системы *H-FABP* системы *D* (таблица 1). Свиньи кемеровской породы характеризуются более высоким содержанием генотипа *H-FABP^{DD}* и более низкой генотипа *H-FABP^{dd}*, по сравнению с породой ландрас на 20,2 % и 41,0 % соответственно ($p \leq 0,001$). Ещё более контрастные различия наблюдаются по частотам генотипов гена *H-FABP^{HH}* системы *H*, свиньи кемеровской породы практически мономорфны по аллелю *H-FABP^H*, тогда как в породе ландрас этот аллель в гомозиготном состоянии не выявлен, а гетерозигот – 5,0 %.

Таким образом, можно предположить, что селекция на понижение толщины шпика оказала влияние на соотношение генотипов гена *H-FABP*

системы *H* и *D*, при этом у свиней кемеровской сальной породы увеличилась частота генотипов *H-FABP^{DD}* и *H-FABP^{HH}*, у мясной породы ландрас - *H-FABP^{dd}* и *H-FABP^{hh}*.

Полиморфизм частот гена *MC4R* в сравниваемых породах также имеет отличия. *MC4R^{AA}* в кемеровской породе выявлен у 40,5 % животных, тогда как в породе ландрас животных с таким генотипом всего 15,0 %, что меньше на 25,5 % ($p \leq 0,001$).

Таблица 1

Частота генотипов *MC4R* и *H-FABP* генов у свиней кемеровской породы и ландрас

Генотип	n	Кемеровская	n	Ландрас
<i>H-FABP^{DD}</i>	47	31,1±3,76	6	10,9±4,20
<i>H-FABP^{Dd}</i>	78	51,7±4,06	17	30,9±6,23
<i>H-FABP^{dd}</i>	26	17,2±3,07	32	58,2±6,65
<i>H-FABP^{HH}</i>	141	93,4±2,02	0	0,0±0,0
<i>H-FABP^{Hh}</i>	8	5,3±1,82	3	5,0±2,93
<i>H-FABP^{hh}</i>	2	1,3±0,92	52	95,0±2,93
<i>MC4R^{AA}</i>	87	40,5±3,34	21	15,0±3,01
<i>MC4R^{AG}</i>	61	28,4±3,07	53	37,9±4,10
<i>MC4R^{GG}</i>	67	31,2±3,15	66	47,1±4,21

Группа генов, ассоциативная связь которых предполагается с признаками энергии роста, воспроизводительными способностями, стресс чувствительностью у свиней разных пород имеет отличительные особенности по частоте генотипов. Кемеровская порода характеризуется более низкой частотой *POU1F1^{EE}* генотипа на 24,7 %, чем свиньи породы ландрас ($p \leq 0,01$) (таблица 2). Учитывая, что по многим сообщениям *POU1F1^{EE}* генотип оказывает влияние на скороспелость, среднесуточный прирост, длину туловища и понижение толщины шпика, то вполне объяснима более высокая частота этого «желательного» генотипа у свиней породы ландрас, по сравнению с кемеровской породой.

Таблица 2

Генетическая структура свиней кемеровской и породы ландрас по генам *POU1F1* и *LIF*, *ESR1*

Ген	n	Кемеровская	n	Ландрас
<i>POU1F1^{EE}</i>	22	38,6±6,45	38	63,3±4,40
<i>POU1F1^{EF}</i>	26	45,6±6,59	19	31,7±6,01
<i>POU1F1^{FF}</i>	9	15,8±4,83	3	5,0±2,81
<i>LIF^{AA}</i>	26	45,6±6,59	20	33,3±6,08
<i>LIF^{AB}</i>	26	45,6±6,59	30	50,0±6,45
<i>LIF^{BB}</i>	5	8,8±3,75	10	16,7±4,82
<i>ESR1^{AA}</i>	19	12,6±2,70	6	15,0±5,64
<i>ESR1^{AG}</i>	51	33,8±3,84	5	12,5±5,22
<i>ESR1^{GG}</i>	81	53,6±4,05	29	72,5±7,06
<i>RYR-I^{NN}</i>	89	98,9±1,09	56	73,7±5,05
<i>RYR-I^{Nn}</i>	1	1,1±1,09	20	26,3±5,05

Несколько иная ситуация наблюдается при анализе частот генотипов *LIF* гена. Плодовитость – один из важнейших селекционных признаков, который учитывается независимо от породной принадлежности, поэтому соотношение генотипов практически одинаковое в обеих породах.

Ген *ESR1* кодирует белки, связанные с репродуктивными признаками, которые входят в обязательные признаки при бонитировке животных, однако у сравниваемых пород наблюдается различие частот генотипов этого гена. В кемеровской породе свиней выявлена более высокая частота *ESR1^{AG}* и более низкая *ESR1^{GG}* генотипа на 21,3 % и 18,9 %, чем в породе ландрас соответственно ($p \leq 0,001$; $p \leq 0,01$).

Более высокая встречаемость гетерозиготного генотипа *RYSR-1^{Nn}*, связана с более жёстким отбором по мясности и с пониженной толщиной шпика, что подтверждается нашими исследованиями. В кемеровской породе животных с мутацией в гене стресс чувствительности выявлено всего 1 животное (1,1 %), в породе ландрас свиней с мутированным аллелем 26,1 %.

Таким образом, исследования показали, что при давлении отбора на признаки, имеющие высокую силу влияния на продуктивные показатели, имеют ассоциативную связь со структурными генами, частота «желательных» генотипов увеличивается, и напротив, при низком действии отбора на селекционируемый признак частота его становится средней или пониженной.

Библиографический список

1. Шейко Р., Казаровец И. Гены *RYSR1*, *ESR* и *H-FABP* в селекции свиней // Животноводство России. – 2021. – № 2. – С.35-37.
2. Святогорова А.Е., Третьякова О.Л., Гетманцева Л.В. и др. Влияние полиморфизма гена *MC4R* на откормочные и мясные качества свиней // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 2. (66) – С. 299-305.
3. Мельникова Е.Е., Бардуков Н.В., Форнара М.С. и др. Влияние генотипов *IGF*, *SSKAR* и *MC4R* на фенотипические показатели и племенную ценность свиней по хозяйственно-полезным признакам // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – том 53. № 4. – С. 723-734.
4. Гаврилова А.Е., Нагаева Е.В., Реброва О.Ю. и др. Новая гетерозиготная мутация гена *POU1F1*, ассоциированная с множественным дефицитом гормонов аденогипофиза // Проблемы эндокринологии. – 2017. – 263 (3) – С. 169-173.
5. Максимов А.Г., Максимов Н.А. Убойные показатели помесных подсвинков в связи с генотипом по *POU1F1* гену // Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвящённой 135 годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Саратов. – 2022. – С 33-35.
6. Погорельский И.А., Сердюк Г.Н., Иванов Ю.В. Влияние генотипов гипофизарного фактора транскрипции (*POU1F1*) и соматотропина (*GH*) на мясные и откормочные качества помесных свиней // Генетика и разведение животных. 2019. – №4. – С.49-55.

7. Леонова М. А., Гетманцева Л. В., Колосов А. Ю. Распределение частот аллелей и генотипов гена лейкемия ингибирующего фактора у свиней различных пород // Современные проблемы науки и образования. 2015. – № 2. – С. 534-536.

8. Гетманцева Л.В., Леонова М.А., Третьякова О.Л. и др. Взаимосвязь полиморфизма гена *LIF /DraIII* с продуктивными качествами свиней // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2014. – № 3. – С. 36-39.

9. Мельникова Е.Е., Бардуков Н.В., Форнара М.С. и др. Влияние генотипов по ДНК-маркёрам на воспроизводительные качества свиней пород крупная белая и ландрас // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – том 54. №2. – С. 227-238.

10. Максимов А.Г., Максимов Н.А. Репродуктивные качества свиноматок ландрас х йоркшир в связи с их генотипами по генам ESR, PRLR, FSHb // Вестник Курской государственной академии сельскохозяйственных наук – 2021 - №7 – С.63-70.

11. Новиков А.А., Суслина Е.Н., Походня Г.С., Шичкин Д.Г., Хабибрахманова Я.А., Башмакова Н.В. Отбор свиноматок по генетическим маркёрам и индексу BEST LINEAR UNBIASED PREDICTION (BLUP) // Известия ТСХА. – 2021. – вып. 4. – С.94-107.

Благодарности: Работа выполнена при финансовой поддержке проекта «Передовые инженерные школы» в рамках дополнительного соглашения № 075-15-2022-1152/3 от 05.07.2023 г. к соглашению о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий в соответствии с пунктом 4 статьи 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации от 07.07.2022 № 075-15-2022-1152.
