

На правах рукописи

Леонова Мария Анатольевна

**ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ СВИНЕЙ РАЗЛИЧНЫХ
ГЕНОТИПОВ ПО ГЕНАМ LIF, MC4R, PRLR**

06.02.07 Разведение, селекция и генетика
сельскохозяйственных животных

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

пос. Персиановский, 2015

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Донской государственной аграрный университет»

Научный руководитель: кандидат сельскохозяйственных наук
Гетманцева Любовь Владимировна

Официальные оппоненты: **Моисейкина Людмила Гучаевна**
доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет», профессор кафедры зоотехнии и ветеринарии.

Кононова Лидия Валентиновна
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт овцеводства и козоводства», ведущий научный сотрудник лаборатории свиноводства.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л.К. Эрнста» Россельхозакадемии.

Защита состоится «10» ноября 2015 г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 220.028.01 при ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрный университет» по адресу: 346493, РФ, пос. Персиановский, Октябрьский (с) район, Ростовская область. Тел./факс: 8-86360-3-61-50.

E-mail: dongau@mail.ru, DisSovet22002801@yandex.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте <http://www.dongau.ru> ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрный университет».

Автореферат разослан «___» _____ 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор с.-х. наук, доцент

Третьякова Ольга Леонидовна

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

1.1. Актуальность темы исследования.

В настоящее время, в сложных экономических и внешнеполитических условиях стратегически важной задачей агропромышленного комплекса является обеспечение населения высококачественной мясной продукцией собственного производства¹. К числу перспективных, с точки зрения решения этой проблемы, относятся скороспелые отрасли животноводства и, особенно, свиноводство.

Приоритетным направлением в области свиноводства следует считать освоение интенсивных технологий производства свинины, позволяющих получать конкурентоспособную и высококачественную продукцию. К элементам таких технологий можно отнести повышение темпов совершенствования продуктивных качеств свиноматок, основанное на использовании ДНК-исследований. Внедрение данных технологий в отечественное производство свинины является актуальной задачей, решение которой имеет важное социально-экономическое, политическое и хозяйственное значение.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с тематическим планом научно-исследовательских работ ФГБОУ ВПО «Донской государственной аграрный университет» по заказу Минсельхоза России за счет средств федерального бюджета на 2011-2015 гг. (№ гос. регистрации 0120.0604290) и Государственного контракта Министерства образования и науки РФ, проект №40.91.2014/К.

1.2. Степень разработанности темы.

Интенсивное развитие молекулярной биологии и генетики привело к появлению методов, позволяющих проводить исследования с использованием молекулярно-генетических маркеров (ДНК-маркеров) в генетическом мониторинге и управлении селекционным процессом в животноводстве. Молекулярно-генетические методы интенсификации селекционного процесса в отечественном свиноводстве получили развитие в работах Л.К. Эрнста, Н.А. Зиновьевой (2001), Ковалюк Н.В. (2002), Г.Е. Сулимовой (2004), Е.А. Гладырь (2009), О.В. Костюниной (2014) и др. Особый интерес ученых сосредоточен на генах или генных семействах, функции которых вносят значительный вклад в повышение плодовитости, улучшение скорости роста, уменьшение толщины шпика свиней (Г.В. Максимов, 2011; В.В. Семенов, Л.В. Кононова, 2012; Л.В. Гетманцева, 2012; А.И. Клименко, 2014; М.И. Селионова, 2014; А.Г. Максимов, 2015; Л.Н. Чижова, 2015 и др.). Данные исследования имеют существенное значение для изучения генетических основ формирования продуктивных признаков, характеризующихся полигенным типом наследования.

¹ Гос. программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы.

1.3. Цель и задачи исследований.

Основная цель исследований – оценка влияния полиморфизма генов LIF, MC4R и PRLR на продуктивные качества свиней.

При достижении поставленной цели решались следующие задачи:

- изучить распределение частот аллелей и генотипов у свиней крупной белой породы, ландрас, дюрок ЗАО «Племзавод-Юбилейный» по гену LIF;
- выявить распределение частот аллелей и генотипов среди свиней породы ландрас ЗАО «Племзавод-Юбилейный» по генам MC4R и PRLR;
- установить влияние аллельных вариантов генов LIF, MC4R и PRLR на воспроизводительные, откормочные и мясные качества свиней породы ландрас с учетом линейной принадлежности;
- определить желательные генотипы по указанным генам, закрепление которых в популяции будет способствовать повышению продуктивных качеств.

1.4. Научная новизна исследований.

Впервые в РФ проведен анализ распределения аллельных вариантов гена LIF у свиней различных пород, установлено влияние полиморфизма гена LIF на продуктивные качества свиней. В ЗАО «Племзавод-Юбилейный» Тюменской области определены генотипы по генам LIF, MC4R, PRLR с использованием молекулярно-генетических исследований и впервые изучено их влияние на воспроизводительные, откормочные и мясные качества с учетом линейной принадлежности свиней породы ландрас. Установлены желательные генотипы для селекции по продуктивным качествам свиней.

1.5. Теоретическая и практическая значимость работы.

Полученные результаты исследований дополняют и расширяют базу знаний о генетических факторах, определяющих уровень продуктивных качеств свиней, и подтверждают возможность использования их полиморфизма в качестве ДНК-маркера в отечественных селекционных программах.

Предложена и апробирована в условиях ЗАО «Племзавод-Юбилейный» модель оценки продуктивных качеств свиней с использованием ДНК-маркеров по генам LIF, MC4R и PRLR. Данный подход позволит определять желательные генотипы в популяции, имеет универсальный характер и может использоваться в селекционных программах других хозяйствующих субъектов.

Результаты работы внедрены в ЗАО «Племзавод-Юбилейный» Тюменской области и используются для совершенствования линий и пород свиней.

1.6. Методология и методы исследования.

Методологической основой исследований явились научные положения отечественных и зарубежных исследователей, изучающих ассоциативные связи ДНК-маркеров с продуктивными качествами с.-х. животных. В ходе выполнения работы использовались общие методы научного познания: анализ, сравнение, обобщение; экспериментальные методы: наблюдение, сравнение; специальные методы: зоотехнические и молекулярно-генетические. Для обработки экспериментальных данных применялись биометрические методы анализа.

1.7. Положения, выносимые на защиту:

- распределение частот аллелей и генотипов гена LIF у свиней различных пород;
- влияние генотипов гена LIF на продуктивные качества свиней породы ландрас линий Лорда, Лексса, Ларса;
- частота аллелей и генотипов гена MC4R у свиней породы ландрас линий Лорда, Лексса, Ларса и их связь с продуктивными качествами;
- частота аллелей и генотипов гена PRLR у свиней породы ландрас линий Лорда, Лексса, Ларса и их связь с продуктивными качествами;
- желательные генотипы по исследуемым ДНК-маркерам для повышения эффективности селекции.

1.8. Степень достоверности и апробация результатов.

Достоверность исследований подтверждается использованием общепринятых методик на достаточном по количеству поголовье и практической апробацией полученных результатов. Результаты исследований прошли широкую апробацию в структурных подразделениях Донского ГАУ, на конференциях и конкурсах различного уровня: на международных научно-практических конференциях г. Москва, 2014 г., г. Ставрополь, 2014 г., г. Санкт-Петербург-Пушкин, 2014 г.; на Всероссийских конкурсах на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых Минсельхоза РФ по направлению «Сельскохозяйственные науки» - диплом за 1 место – I и II тур, (п. Персиановский, 2013 г.) и 1 место – I, II тур конкурса (п. Персиановский, 2015 г.); на ассоциированном генетическом симпозиуме Вавиловского общества генетиков и селекционеров (г. Ростов-на-дону, 2014 г., 2015 г.) - диплом за 1 место; на XVI-й Российской агропромышленной выставке «Золотая осень» (г. Москва, 2014 г.) – золотая медаль; на конкурсе «Инновации в агропромышленном комплексе» на XVIII Агропромышленном форуме Юга России (г. Ростов-на-дону, 2015г.) – бронзовая медаль.

Результаты исследований доложены на заседании правления ЗАО «Племзавод-Юбилейный» Тюменской области и одобрены для внедрения в производственную деятельность. Основные положения диссертации изложены в 10 печатных работах, в том числе 3 в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Молекулярно-генетические исследования в период с 2012 по 2015 гг., а также обработку полученных результатов, проводили в лаборатории молекулярной диагностики и биотехнологии с.-х. животных Донского ГАУ, пос. Персиановский. Объектом исследования служили свиньи породы ландрас, крупная белая и дюрок ЗАО «Племзавод-Юбилейный» Тюменской области. Зоотехнический и племенной учет, научно-информационное обеспечение селекционно-племенной работы осуществляется посредством компьютерной программы АСС «Селиком» г. Рязань.

Экспериментальные исследования по изучению влияния генотипов генов LIF, MC4R и PRLR на продуктивные качества свиней проводили на базе селекционно-генетического центра «Лозовое» ЗАО «Племзавод-Юбилейный» Тюменской области в два этапа. Схема исследования приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема исследований

На первом этапе для анализа были отобраны свиноматки 2010 года рождения породы ландрас из трех линий Лорда (n=29), Лексса (n=21) и Ларса (n=13). По результатам генотипирования в каждой линии были сформированы группы животных с учетом генотипов по генам LIF (AA, AB, BB), MC4R (AA, AG, GG) и PRLR (AA, AB, BB). Воспроизводительные качества оценивали по результатам первых трех опоросов, откормочные и мясные качества – по полученным ранее результатам контрольного выращивания до 100 кг.

На втором этапе из этих линий были отобраны свинки 2013 года рождения Лорда (n=116), Лексса (n=93) и Ларса (n=54). По результатам генотипирования были сформированы группы животных с учетом генотипов по генам LIF (AA, AB, BB), MC4R (AA, AG, GG) и PRLR (AA, AB, BB), на основании данных контрольного выращивания изучали влияние генотипов на откормочные и мясные качества.

Для подтверждения влияния генотипов гена LIF на воспроизводительные качества свиноматок отобрали свинок 2013 года рождения линий Лорда (n=21), Лексса (n=18) и Ларса (n=18) от которых в 2014 году получили два опороса.

Оценку воспроизводительных качеств свиноматок проводили по следующим показателям: количество поросят при рождении, гол.; многоплодие (количество живых поросят при рождении), гол; масса гнезда при рождении, кг; масса гнезда в 21 день, кг; масса гнезда при отъеме в 30 дней, кг. Анализ откормочной и мясной продуктивности проводили по результатам контрольного выращивания до 100 кг с учетом следующих показателей: скороспелость (возраст достижения массы 100 кг), дн.; среднесуточный прирост, г; длина туловища, см и толщина шпика, мм.

Анализ ДНК и постановку ПЦР проводили согласно общепринятым методикам по использованию метода полимеразной реакции в животноводстве (Н.А. Зиновьева и др., 1998). Для определения аллелей генов LIF, MC4R и PRLR использовали метод ПЦР-ПДРФ. Полиморфизм генов LIF, MC4R и PRLR определяли с помощью рестриктаз DraIII, TaqI и AluI соответственно. Анализ образующихся фрагментов проводили методом электрофореза в агарозном геле с добавлением бромистого этидия. При оценке эффекта генотипа использовали методику D. Falconer и T. Maskau (1996). При расчете эффективности генотипов по генам LIF, MC4R и PRLR определяли разность между генотипами и аддитивное влияние аллелей. Биометрическую обработку полученных данных проводили согласно общепринятым методикам (Е.К. Меркурьева, 1983) с использованием пакета «Анализ данных» программы Microsoft Excel.

Экономическая эффективность была оценена на основе сравнительного анализа прибыли от реализации молодняка, полученного от свиноматок с различными генотипами. При расчете были учтены расходы на содержание свиноматок в течение всего цикла воспроизводства до отъема гнезда и затраты на ДНК-генотипирование на основе сложившихся рыночных цен по данным 2014 года.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Распределение частот аллелей и генотипов по гену LIF у свиней породы ландрас линий Лорда, Лексса, Ларса

У свиней породы ландрас были определены три генотипа АА, АВ и ВВ гена LIF (таблица 1). У свиней 2010 года рождения линий Лорда, Лексса, Ларса наибольшую частоту имел аллель В (0,61; 0,56 и 0,61, соответственно), но уже у свиней 2013 года рождения было отмечено повышение частоты аллеля А.

Таблица 1 – Частота аллелей и генотипов гена LIF у свиней породы ландрас

Линия	Выборка, n	Частота аллелей		Частота генотипов, %					
		А	В	АА		АВ		ВВ	
				n	%	n	%	n	%
Свиньи 2010 года рождения									
Лорд	29	0,39	0,61	3	9,7	17	58,1	9	32,2
Лексс	21	0,44	0,56	5	25,0	7	37,5	9	37,5
Ларс	13	0,39	0,61	2	15,4	6	46,1	5	38,5
Свиньи 2013 года рождения									
Лорд	116	0,44	0,56	25	22,0	51	43,3	40	34,7
Лексс	93	0,53	0,47	20	21,3	60	63,8	13	14,9
Ларс	54	0,60	0,40	13	28,9	37	62,2	4	8,9

Гетерозиготный генотип АВ преобладал во всех исследуемых группах. Частота генотипа АВ в линии Лорда у свиней 2010 года рождения составила 58,1 %, но уже у свиней 2013 года рождения произошло уменьшение частоты гетерозиготного генотипа АВ и повышение гомозиготного генотипа АА.

В линиях Лексса и Ларса у свиней 2010 и 2013 года рождения частота генотипа АВ увеличилась на 26,3 и 16,1% и существенно уменьшилась частота генотипа ВВ, на 22,6 и 29,6 % соответственно.

3.2. Распределение частот аллелей и генотипов по гену LIF у свиней крупной белой породы и дюрок

В результате анализа генетической структуры свиней крупной белой породы и дюрок определено наличие всех трех генотипов АА, АВ и ВВ (таблица 2).

У свиней крупной белой породы меньшей частотой обладал гомозиготный генотип ВВ (5,9%), частота генотипа АА имела промежуточное значение (36,3%), а наибольшую частоту имел генотип АВ (57,8%). В исследуемой популяции, при оценке распределения частот, приоритетом располагал аллель А (0,65).

У свиней породы дюрок наибольшую частоту имел аллель В (76,1%) и генотип ВВ (60,7%). Наименьшая частота определена для генотипа АА (8,8%).

Таблица 2 – Частота аллелей и генотипов гена LIF у свиней крупной белой породы и дюрок

Порода	Выборка, n	Частота аллелей		Частота генотипов					
		А	В	АА		АВ		ВВ	
				n	%	n	%	n	%
Крупная белая	135	0,65	0,35	49	36,3	78	57,8	8	5,9
Дюрок	46	0,24	0,76	4	8,8	14	30,5	28	60,7

3.3. Воспроизводительные качества свиней различных генотипов по гену LIF с учетом линейной принадлежности

Анализ результатов влияния генотипов гена LIF на воспроизводительные качества свиноматок линии Лорда 2010 года рождения (таблица 3) показал, что наличие генотипа АВ/LIF, относительно аналогов генотипа ВВ/LIF, связано с большим количеством поросят при рождении, многоплодием, массой гнезда при рождении, массой гнезда в 21 день и массой гнезда при отъеме на 0,7 гол. (5,1%), 0,6 гол. (4,9%), 0,9 кг (4,9%), 1,06 кг (1,5%) и 8,1 (10%) кг соответственно, но эти различия не достоверны. Следует отметить, что свиноматки 2010 года рождения генотипа АА в линии Лорда отсутствовали, но наличие генотипа АА у свиноматок 2013 года рождения позволило установить достоверное влияние генотипов на количество поросят при рождении и многоплодие. Животные генотипа АА, относительно аналогов генотипа ВВ, имели большее количество поросят при рождении и многоплодие на 1,59 (12,3%, $P < 0,01$) и 1,12 гол. (9,0%, $P < 0,05$) соответственно. Достоверной разницы по массе гнезда при рождении, в 21 день и отъеме не установлено.

Влияние полиморфизма гена LIF на воспроизводительные качества установлено и для свиноматок линии Лексса. У свиноматок 2010 года рождения наличие генотипа АА/LIF, относительно генотипа ВВ/LIF, связано с лучшими показателями по количеству поросят при рождении и многоплодию на 1,4 гол. (11,1%, $P < 0,05$) и 1,3 гол. (11,5%, $P < 0,05$) соответственно. В линии Лексса 2013 года рождения достоверных различий по воспроизводительным качествам в зависимости от генотипов гена LIF установлено не было. Однако отмечается, что свиноматки генотипа АА превосходили аналогов генотипа АВ по количеству поросят при рождении и многоплодию на 1,7 гол. (14,9%) и 1,28 гол. (11,8%) соответственно.

Анализ воспроизводительных качеств свиноматок линии Ларса показал, что в группе 2010 года рождения свиноматки генотипа АВ, относительно аналогов генотипа ВВ, отличались большим количеством поросят при рождении и многоплодием на 1,98 гол. (15,6%, $P < 0,01$) и 1,7 гол. (14,8%, $P < 0,01$) соответственно. При этом отмечено, что свиноматки 2013 года рождения генотипа АА превосходили аналогов генотипа АВ по многоплодию на 1,24 гол. (10,1%, $P < 0,05$).

Таблица 3 – Воспроизводительные качества свиноматок различных генотипов гена LIF

Линия	Год рожд. свино маток	n	Генотипы	Количество поросят при рождении, гол	Многоплодие, гол.	Масса гнезда		
						при рождении, кг	в 21 дн., кг	при отъеме, кг
Лорд	2010	29	AA	-	-	-	-	-
			AB	14,51±0,49	13,31±0,52	19,22±0,70	73,97±5,52	89,27±7,18
			BB	13,80±1,03	12,72±0,76	18,30±1,28	72,91±3,96	81,10±5,14
	2013	21	AA	14,51±0,41**	13,52±0,51*	19,14±0,85	69,50±3,01	82,14±9,77
			AB	12,90±0,35	12,51±0,42	17,41±0,88	70,62±2,37	95,13±5,25
			BB	12,92±0,39	12,40±0,45	17,54±1,05	67,81±5,02	85,81±6,53
Лексс	2010	21	AA	13,90±0,55*	12,71±0,37*	18,30±1,58	63,21±6,18	93,13±5,14
			AB	13,23±0,53	11,90±0,61	17,08±1,93	68,14±5,52	97,21±7,18
			BB	12,51±0,67	11,40±0,43	16,20±0,80	71,81±3,96	94,10±5,14
	2013	18	AA	13,10±0,75	12,09±0,72	18,11±1,12	75,33±3,06	99,80±3,71
			AB	11,40±1,12	10,81±1,21	16,62±2,41	69,05±7,71	91,61±10,22
			BB	-	-	-	-	-
Ларс	2010	13	AA	-	-	-	-	-
			AB	14,70±0,53**	13,20±0,48**	18,40±1,23	68,92±5,20	91,21±5,92
			BB	12,72±0,43	11,50±0,53	16,52±0,91	72,71±7,05	85,23±2,51
	2013	18	AA	14,25±0,83	13,55±0,38*	19,31±1,32	71,84±3,14	94,52±4,45
			AB	14,12±0,49	12,31±0,35	18,04±0,88	71,92±2,95	95,24±4,28
			BB	-	-	-	-	-

*P<0,05 ** P<0,01

Таким образом, по результатам проведенных исследований наблюдается положительный эффект аллеля А, который прослеживается во всех исследуемых линиях. В качестве желательного установлен генотип AA/LIF, рекомендуемый для дальнейшего закрепления в породе ландрас с целью повышения воспроизводительных качеств свиноматок.

3.4. Откормочные и мясные качества свиней различных генотипов по гену LIF

Достоверное влияние генотипов гена LIF на откормочные и мясные качества было установлено только в линии Ларса у свиней 2013 года рождения, в которой животные генотипа AA/LIF имели лучшие показатели по всем анализируемым признакам и превосходили аналогов генотипа BB/LIF по скороспелости на 13 дн. (7,8%, P<0,01), среднесуточному приросту на 106,2 г (13,9%, P<0,05), длине туловища на 4,2 см (3,5%, P<0,01) и толщине шпика на 2,3 мм (18,6%, P<0,05) (таблица 4).

Статистически значимые различия результатов контрольного выращивания свиней с различными генотипами гена LIF были установлены только в линии Ларса 2013 года рождения. В данном случае, мы предполагаем, что выявленные связи носят «групповой» характер и не являются закономерностью.

Таблица 4 – Результаты контрольного выращивания свинок различных генотипов гена LIF

Линия	Год рожд. свинок	n	Гено-тип	Скороспелость, дн.	Среднесуточный прирост, г	Длина туловища, см	Толщина шпика, мм
Ларс	2010	13	AA	-	-	-	-
			AB	161,30 ± 1,89	831,51±37,12	122,01±1,60	10,21±0,92
			BB	160,61 ± 5,55	857,40±41,01	123,80±2,40	10,83±0,62
	2013	54	AA	152,83 ± 2,78**	867,61±30,34*	125,21±1,11**	10,21 ± 0,62*
			AB	163,12 ± 1,45	782,21±14,89	121,44 ± 0,62	11,89 ± 0,41
			BB	165,78 ± 2,67	761,43±36,97	121,01 ± 1,04	12,55 ± 0,98

*P<0,05, **P<0,01

Таким образом, на основании ранее полученных результатов по воспроизводительным качествам, ген LIF в большей степени следует рассматривать как маркер плодовитости свиней, связанный с количеством поросят при рождении и многоплодием.

3.5. Распределение частот аллелей и генотипов гена MC4R в породе ландрас линий Лорда, Лексса, Ларса

В результате генотипирования по гену MC4R изучена генетическая структура свиней породы ландрас в линиях Лорда, Лексса и Ларса и установлено наличие трех генотипов AA, AG и GG.

У свиней 2010 года рождения линий Лорда, Лексса, Ларса наибольшей частотой обладал аллель G (0,61; 0,60 и 0,71 соответственно) (таблица 5).

Таблица 5 – Частота аллелей и генотипов гена MC4R у свиней породы ландрас

Линия	Выборка, n	Частота аллелей		Частота генотипов					
		A	G	AA		AG		GG	
				n	%	n	%	n	%
Свиньи 2010 года рождения									
Лорд	29	0,39	0,61	7	21,9	10	34,4	12	43,8
Лексс	21	0,52	0,48	7	29,2	10	45,8	4	25,0
Ларс	13	0,29	0,71	1	7,1	6	42,9	6	50,0
Свиньи 2013 года рождения									
Лорд	116	0,40	0,60	17	15,3	58	49,2	41	35,6
Лексс	93	0,53	0,47	25	27,7	47	50,0	21	22,3
Ларс	54	0,42	0,58	7	13,0	31	57,4	16	29,6

Значительные изменения по распределению частот аллелей и генотипов между группами 2010 и 2013 года рождения наблюдались в линии Ларса, в которой у свиней 2013 года рождения отмечено повышение частоты генотипа AA на 5,9% и снижение генотипа GG на 20,4%.

3.6. Воспроизводительные качества свиней различных генотипов по гену MC4R с учетом линейной принадлежности

Влияние генотипов гена MC4R на воспроизводительные качества оценивали по результатам трех опоросов у свиноматок 2010 года рождения. В линии Лорда достоверного влияния генотипов гена MC4R на количество поросят при рождении, многоплодие и массу гнезда при рождении установлено не было (таблица 6). Однако следует отметить, что, свиноматки генотипа AA, относительно аналогов генотипа GG имели большее количество поросят при рождении на 1,2 гол. (8,5%), многоплодие на 0,9 гол.(7,1%), и массу гнезда при рождении на 1,5 кг (8,1%).

Таблица 6 – Воспроизводительные качества свиноматок различных генотипов гена MC4R

Генотип	Количество поросят при рождении, гол	Многоплодие, гол.	Масса гнезда		
			при рождении, кг	в 21 дн., кг	при отъеме, кг
Лорд (n=29)					
AA	15,01 ±0,82	13,82 ±0,74	20,11 ±1,11	73,95±7,15	88,97±6,78
AG	13,62 ±0,56	12,04 ±0,51	17,42 ±0,70	72,87±6,89	84,86±4,38
GG	13,83 ±0,83	12,91 ±0,67	18,61±1,04	71,97±5,13	85,98±5,13
Лексс (n=21)					
AA	12,72 ±0,83	11,9±0,87	16,48±1,11	64,75± 4,56	91,82 ±5,21
AG	13,68 ±0,35*	12,53±0,59*	17,88±0,58*	69,48 ±5,20	96,87± 4,32
GG	12,55 ±0,51	11,2±0,64	15,28±0,67	68,91 ±7,25	95,96± 5,32
Ларс (n=13)					
AA	-	-	-		
AG	14,92±0,68*	13,72±0,66*	19,23±0,91**	69,21± 4,21	89,37±5,32
GG	12,94±0,66	11,11±0,24	15,81±0,68	72,35 ±3,06	87,16±4,23

*P<0,05

Аналогичные исследования были проведены в линии Лексса. В результате анализа установлено, что свиноматки гетерозиготного генотипа AG/MC4R превосходили аналогов гомозиготных генотипов (AA и GG) по количеству поросят при рождении, многоплодию и массе гнезда при рождении на 1,04 гол. (8,3%, P<0,05), 0,98 гол. (8,8%, P<0,05) и 2,1 кг (13,1%, P<0,05) соответственно.

Для свиноматок линии Ларса, аналогично результатам, полученным в линии Лексса, также установлено влияние гетерозиготного генотипа AG/MC4R на воспроизводительные качества. Свиноматки генотипа AG, относительно аналогов генотипа GG имели большее количество поросят при рождении, многоплодие и массу гнезда при рождении на 2,0 гол. (15,3%, P<0,05); 2,6 гол. (23,5%, P<0,05) и 3,4 кг (21,6%, P<0,01) соответственно.

В результате изучения воспроизводительных качеств свиноматок породы ландрас, в линиях Лексса и Ларса установлено влияние гетерозиготного генотипа AG/MC4R на количество поросят при рождении и многоплодие, а в линии Лорда на эти признаки отмечается влияние генотипа AA/MC4R.

3.7. Откормочные и мясные качества свиней различных генотипов по гену MC4R

Результаты контрольного выращивания показали достоверное влияние генотипов гена MC4R на откормочные и мясные качества свиней породы ландрас (таблица 7).

Таблица 7 – Результаты контрольного выращивания свинок различных генотипов гена MC4R

Линия	Год рожд. свинок	n	Генотип	Скороспелость, дн.	Среднесуточный прирост, г	Длина туловища, см	Толщина шпика, мм
Лорд	2010	29	AA	158,29±1,03*	916,57±24,24**	126,43±1,57*	11,14±0,70
			AG	155,82±1,82**	906,91±21,33**	125,55±1,11	10,82±0,53
			GG	161,93±1,58	844,00±22,14	123,14±1,12	11,07±0,39
	2013	116	AA	159,94±2,23**	800,63±19,50**	123,88±0,85	11,00±0,58**
			AG	165,44±1,41	781,27±10,81	123,02±0,56	12,96±0,28
			GG	167,83±1,31	751,30±10,30	122,28±0,62	12,73±0,31
Лексс	2010	21	AA	160,50±1,77	836,33±31,36	125,83±1,17	12,67±0,73
			AG	156,00±1,97*	886,50±25,15*	127,40±1,28	12,30±0,84*
			GG	161,20±1,90	800,00±33,61	127,60±0,62	12,40±0,68
	2013	93	AA	167,46±2,01	769,92±18,36	123,77±2,39	14,69±0,37
			AG	161,45±2,88*	815,65±13,87*	121,97±0,57	13,39±0,38**
			GG	168,09±2,61	752,55±20,79	122,32±1,02	14,23±0,76
Ларс	2010	13	AA	-	-	-	-
			AG	158,00±2,51*	866,67±35,53	123,33±1,89	10,33±0,84
			GG	163,67±2,81	807,00±33,60	122,50±1,80	11,00±0,68
	2013	54	AA	159,14±4,17	799,43±48,17	123,86±1,71	10,29±0,94
			AG	158,71±1,78**	808,92±18,85	123,13±0,65	11,29±0,43
			GG	165,94±2,22	780,19±20,84	120,25±1,07	11,94±0,60

*P<0,05; **P<0,01

В линии Лорда свиньи 2010 года рождения генотипа AG/MC4R, по сравнению с аналогами генотипа GG/MC4R, имели лучшие показатели по скороспелости на 6,1 дн. (3,7%, P<0,01) и среднесуточному приросту на 62,9 г (7,5%, P<0,01). Свиньи генотипа AA/MC4R также обладали хорошими показателями по скороспелости, среднесуточным приростам, длине туловища и превосходили аналогов генотипа GG/MC4R на 3,7 дн. (2,3%, P<0,05), 72,6 г (8,6%, P<0,01) и 3,3 см (2,7%, P<0,05) соответственно.

Свиньи 2013 года рождения линии Лорда имеющие генотип AA/MC4R по всем рассматриваемым признакам превосходили аналогов других генотипов. Так, относительно животных генотипа GG/MC4R они имели лучшую скороспелость на 7,9 дн. (4,7%, P<0,01), среднесуточный прирост на 49,3 г (6,6%, P<0,01), длину туловища на 1,6 см (1,3%) и меньшую толщину шпика на 1,7 мм (13,6%, P<0,01). На основании полученных данных, в качестве желательного по откормочным и мясным качествам в линии Лорда определен генотип AA/MC4R.

При оценке влияния генотипов гена MC4R на откормочные и мясные качества в линии Лексса установлен положительный эффект генотипа

AG/MC4R на рассматриваемые показатели. В линии Лексса свиные 2010 года рождения генотипа AG/MC4R, по сравнению с аналогами генотипов AA/MC4R и GG/MC4R, отличались лучшей скороспелостью на 4,9 дн. (3%, $P < 0,05$), среднесуточным приростом на 68,5 г (8,4%, $P < 0,05$) и меньшей толщиной шпика на 0,23 мм (1,8%, $P < 0,05$). У свиных 2013 года рождения наличие генотипа AG, относительно аналогов других генотипов, связано с лучшей скороспелостью на 6,3 дн. (3,8%, $P < 0,05$), среднесуточным приростом на 54,4 г (7,4%, $P < 0,05$) и меньшей толщиной шпика на 1,1 мм (7,4%, $P < 0,01$).

В результате проведенного анализа откормочных и мясных качеств свиных линии Ларса установлено достоверное влияние генотипа AG/MC4R на скороспелость. Так, свиные 2010 года рождения генотипа AG, относительно генотипа GG, имели лучшую скороспелость на 5,7 дн. (3,4%, $P < 0,05$), а также отличались лучшим среднесуточным приростом на 59,3 г (7,3%) и меньшей толщиной шпика на 0,7 мм (6%). Свиные 2013 года рождения генотипа AG достоверно превосходили аналогов генотипа GG по скороспелости на 7,23 дн. (4,4%, $P < 0,01$) и имели лучшие показатели по среднесуточным приростам, толщине шпика, длине туловища на 28,73 г (3,7%); 0,65 мм (5,4%); 2,88 см (2,4%) соответственно.

Таким образом, полученные результаты показывают, что желательным генотипом для свиных линий Лексса и Ларса является AG/MC4R, а для линии Лорда - AA/MC4R, которые связаны с высокими продуктивными качествами.

3.8. Распределение частот аллелей и генотипов гена PRLR у свиных породы ландрас линий Лорда, Лексса, Ларса

В результате генотипирования свиных породы ландрас были обнаружены три генотипа гена PRLR: AA, AB и BB. Во всей исследуемой выборке наибольшая частота принадлежала аллелю А и генотипу AA, а в линии Ларса в группе свиных 2013 года рождения гомозиготный генотип BB отсутствовал, что является косвенным доказательством наличия влияния генотипа AA на воспроизводительные качества (таблица 8).

Таблица 8 – Частота аллелей и генотипов гена PRLR у свиных породы ландрас

Линия	Выборка, n	Частота аллелей		Частота генотипов					
		А	В	AA		AB		BB	
				n	%	n	%	n	%
Свиные 2010 года рождения									
Лорд	29	0,66	0,34	15	48,4	10	35,5	4	16,1
Лексс	21	0,73	0,27	11	50,0	9	45,8	1	4,2
Ларс	13	0,66	0,34	7	53,8	3	23,1	3	23,1
Свиные 2013 года рождения									
Лорд	116	0,73	0,27	63	53,4	44	38,1	9	8,5
Лексс	93	0,58	0,42	42	29,7	41	56,8	10	13,5
Ларс	54	0,75	0,25	34	51,2	20	48,8	0	0,0

3.9. Продуктивные качества свиней различных генотипов по гену PRLR

Влияние генотипов гена PRLR на воспроизводительные качества оценивали по результатам первых трех опоросов у свиноматок 2010 года рождения. Полученные данные показали, что во всех исследуемых линиях наличие генотипа AA/PRLR связано с высокой плодовитостью свиноматок (таблица 9).

Таблица 9 – Воспроизводительные качества свиноматок различных генотипов гена PRLR

Генотип	Количество поросят при рождении, гол	Многоплодие, гол.	Масса гнезда		
			при рождении, кг	в 21 дн., кг	при отъеме, кг
Лорд (n=29)					
AA	14,72 ± 0,69**	13,51±0,55**	19,62±0,80**	78,54±5,68	91,85±10,25
AB	14,18 ± 0,78	12,83 ± 0,75	18,51±1,05	71,64±7,52	85,68 ± 8,35
BB	12,45 ± 0,29	11,82 ± 0,58	16,10±0,30	68,73±5,02	82,54 ± 7,35
Лексс (n=21)					
AA	13,84 ± 0,46*	12,88 ± 0,39*	17,53±0,96	69,91±4,32	95,68±6,52
AB	12,41 ± 0,52	11,62 ± 0,48	16,51±0,79	65,51±6,32	93,92±5,62
BB	-	-	-	-	-
Ларс (n=13)					
AA	13,91±0,65	13,21±0,54*	17,40±0,90	68,82±5,23	88,21±2,35
AB	14,11 ± 0,31	12,45 ± 0,62	17,51±0,74	69,74±6,71	86,45±3,21
BB	12,58 ± 0,42	11,91± 0,31	18,14±0,63	73,64±3,21	90,12±4,21

*P<0,05 **P<0,01

В линии Лорда свиноматки генотипа AA/PRLR, по сравнению с аналогами генотипа BB/PRLR, имели лучшие показатели по количеству поросят при рождении, многоплодию, массе гнезда при рождении, на 2,3 гол. (18,2%, P<0,01); 1,7 гол. (14,3%, P<0,01) и 3,5 кг (21,7%, P<0,01) соответственно. В линии Лексса животные генотипа AA, по сравнению с аналогами генотипа AB, имели большее количество поросят при рождении и многоплодие на 1,4 гол. (11,5%, P<0,05) и 1,3 гол. (10,8%, P<0,05) соответственно.

В линии Ларса свиноматки генотипа AA/PRLR превосходили аналогов генотипа BB/PRLR по количеству поросят при рождении и многоплодию на 1,33 гол. (10,6%) и 1,3 гол. (10,9%, P<0,05) соответственно.

Результаты контрольного выращивания свиней линий Лорда, Лексса и Ларса не показали достоверных различий в зависимости от генотипов гена PRLR.

Таким образом, на основании полученных результатов в качестве желательного генотипа для дальнейшей работы с линиями Лорда, Лексса и Ларса рекомендуется использовать генотип AA/PRLR, который будет способствовать повышению воспроизводительной продуктивности свиноматок и сохранению высоких показателей откормочных и мясных качеств.

3.10. Экономическая эффективность генотипирования в селекции свиней

Проведение отбора с учетом ДНК-маркеров позволяет повысить долю животных с желательными генотипами в популяции. При расчете себестоимости одного поросенка учитывались затраты на кормление свиноматки и проведение искусственного осеменения. В результате затраты составили 7 863 руб. Пользуясь данными о том, что корма и осеменение в себестоимости содержания свиноматки в течение цикла воспроизводства составляют 70%, определим общую себестоимость гнезда возрастом 1 месяц: $7\,863 \text{ руб.} \times 100/70 = 11\,233 \text{ руб.}$

В среднем по породе ландрас количество поросят в гнезде составляет 12,0 поросят. Следовательно, себестоимость одного поросенка составляет: $11\,233 \text{ руб.}/12,0 = 936 \text{ руб.}$

Для свиноматок с желательным генотипом в структуру себестоимости поросят были дополнительно включены затраты на ДНК-диагностику, стоимость которого составляет 200 руб. на одну голову. С учетом этого, себестоимость гнезда, полученного от свиноматки породы ландрас с желательным генотипом, составляет: $11\,233 \text{ руб.} + 200 \text{ руб.} = 11\,433 \text{ руб.}$, а себестоимость одного поросенка при количестве получаемых поросят 12,9 гол. составляет: $11\,433 \text{ руб.}/12,9 = 886 \text{ руб.}$

Средний вес поросенка, полученного от свиноматок с желательным генотипом, при реализации в возрасте 1 мес. составляет 7,4 кг, а в среднем по породе – 7,2 кг. При реализационной стоимости 1 кг живой массы 250 руб. выручка от продажи одного поросенка составит 1850 руб. и 1800 руб. в первом и втором случае соответственно.

Селекционный центр «Лозовое» имеет мощность в 2000 свиноматок, от которых в среднем получают 2,2 опороса в год. Данные об общих затратах, выручке и доходе от продажи поросят в возрасте 1 мес. в зависимости от генотипа свиноматок представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Расчет прибыли от реализации поросят в возрасте 1 мес.

Генотип	Общее кол-во 1-месячных поросят, полученных за год, гол.	Общая себестоимость получения 1-месячных поросят, тыс. руб.	Общая выручка от реализации, тыс. руб.	Прибыль, тыс. руб.
Желательный	56760	50289,4	105006	54716,6
В среднем по породе	52800	49420,8	95040	45619,2

Таким образом, дополнительная прибыль от получения и использования племенного поголовья свиноматок с желательным генотипом по гену LIF из расчета на одну свиноматку составила $(54716,6 - 45619,2)/2000 = 4548,72 \text{ руб.}$ Это свидетельствует о высокой экономической эффективности использования ДНК-диагностики по гену-маркеру LIF в селекции свиней.

ВЫВОДЫ

1. У свиней породы ландрас линий Лорда, Лексса и Ларса определены три генотипа AA, AB и BB гена LIF, частота которых составила 20,9%, 54,6%, 24,5% соответственно. В линиях свиней 2010 года рождения наибольшую частоту имел аллель B (0,61, 0,56 и 0,61 соответственно), но уже у свиней 2013 года рождения было отмечено повышение частоты аллеля A.
2. У свиней крупной белой породы и породы дюрок определены три генотипа гена LIF – AA, AB и BB. Частота аллеля A гена LIF у свиней крупной белой породы и дюрок составила 0,65 и 0,24 соответственно. Частота генотипов AA, AB и BB в крупной белой породе – 36,3%, 57,8%, 5,9%; в породе дюрок – 8,8%, 30,5%, 60,7% соответственно.
3. Установлено влияние генотипов гена LIF на воспроизводительные показатели свиней. В качестве желательного определен генотип AA/LIF, наличие которого относительно аналогов с генотипом BB среди свиноматок связано с большим количеством поросят при рождении и многоплодием в линиях Лорда на 1,59 (12,3%) и 1,12 гол. (9,0%); Лексса на 1,4 (11,1%) и 1,3 гол. (11,5%); Ларса на 2,0 (15,6%) и 1,7 гол. (14,8%).
4. Влияние генотипов гена LIF на откормочные и мясные качества свиней породы ландрас установлено не было. Различия были обнаружены только у свиней 2013 года рождения в линии Ларса, где свиньи генотипа AA/LIF имели лучшие показатели по всем анализируемым признакам и превосходили аналогов генотипа BB по скороспелости на 13 дн. (7,8%), среднесуточному приросту на 106,2 г (13,9%) и толщине шпика на 2,3 мм (18,6%).
5. По гену MC4R у свиней породы ландрас были определены три генотипа AA, AG и GG, частота которых составила 19,0%, 46,6%, 34,4% соответственно. Наибольшие расхождения в распределении частот аллелей и генотипов установлены в линии Ларса. У свиней линии Ларса 2013 года рождения, относительно животных 2010 года рождения, отмечено повышение частоты генотипа AA на 5,9% и снижение частоты генотипа GG на 20,4%.
6. Установлено влияние генотипов гена MC4R на продуктивные показатели свиней. В линии Лорда в качестве желательного установлен генотип AA/MC4R, наличие которого связано с хорошими воспроизводительными качествами свиней и лучшими показателями по скороспелости на 3,7 дн. (2,3%), среднесуточному приросту 72,6 г (8,6%), толщине шпика на 1,7 мм (13,6%), длине туловища на 3,3 см (2,7%). В линии Лексса желательным установлен AG/MC4R, который связан с большим количеством поросят при рождении на 1,04 гол. (8,3%), многоплодием на 0,98 гол. (8,8%) и массой гнезда при рождении на 2,1 кг (13,1%), скороспелостью на 4,9 дн. (3%), среднесуточным приростом на 68,5 г (8,4%) и меньшей толщиной шпика на 0,23 мм (1,8%). В линии Ларса желательным установлен генотип AG/MC4R, который связан с большим количеством поросят при рождении

- на 2,0 гол. (15,3%), многоплодием на 2,6 гол. (23,5%), массой гнезда при рождении на 3,4 кг (21,6%), скороспелостью на 5,7 дн. (3,4 %).
7. В результате генотипирования свиней породы ландрас по гену PRLR обнаружено наличие трех генотипов AA, AB и BB с частотой 47,7%, 41,4%, 10,9% соответственно. Наибольшей частотой во всех исследуемых группах обладал аллель A/PRLR.
 8. В качестве желательного при селекции по воспроизводительным качествам установлен генотип AA/PRLR, наличие которого связано:
 - с большим количеством поросят при рождении в линии Лорда на 2,3 гол. (18,2%) и Лексса на 1,4 гол. (11,5%);
 - с большим многоплодием в линии Лорда на 1,7 гол. (14,3%), Лексса на 1,3 гол. (10,8%) и Ларса на 1,3 гол. (10,9%);
 - с большей массой гнезда при рождении в линии Лорда на 3,5 кг (21,7%).
 Достоверного влияния генотипов гена PRLR на откормочные и мясные качества свиней не установлено.
 9. Дополнительная прибыль от получения и использования племенного поголовья свиноматок с желательным генотипом по гену LIF составила 4 548,72 руб. из расчета на одну свиноматку.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В селекции на улучшение воспроизводительных качеств рекомендуется использовать ДНК-диагностику свиней по генам LIF, MC4R, PRLR в качестве дополнительного критерия отбора и подбора животных.
2. Для повышения откормочных и мясных качеств рекомендуется использовать ДНК-диагностику свиней по гену MC4R в качестве дополнительного критерия отбора и подбора животных.
3. Закрепить желательные генотипы AA/LIF и AA/PRLR у свиноматок породы ландрас. Использовать результаты генотипирования по указанным генам в качестве дополнительного критерия при отборе хрячков.
4. Применять ДНК-генотипирование при создании специализированных материнских и отцовских линий свиней, используемых в системе гибридизации.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Дальнейшая работа в области селекции свиней по генам-маркерам будет направлена на разработку, совершенствование и расширение методов генотипирования свиней и поиск информативных ДНК-маркеров, которые могут стать мощным орудием для создания новых отечественных, высокопродуктивных и конкурентоспособных пород и линий свиней.

**СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:
Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки
РФ:**

1. Леонова, М.А. Взаимосвязь полиморфизма гена LIF/DRAIII с продуктивными качествами свиней/ Л.В. Гетманцева, М.А. Леонова, О.Л. Третьякова, А.В. Усатов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2014. № 3. - С. 36-39.
2. Леонова, М.А. Воспроизводительные качества свиней породы ландрас разных генотипов по генам PRLR и MC4R/ М.А. Леонова, А.Е. Святогорова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №09(103).
3. Леонова, М.А. Распределение частот аллелей и генотипов гена лейкемия ингибирующего фактора у свиней различных пород/ М.А. Леонова, Л.В. Гетманцева, А.Ю. Колосов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. ISSN 2070-7428, URL: www.science-education.ru/122-17343.

Публикации в других изданиях:

4. Леонова, М.А. Перспективные гены-маркеры продуктивности сельскохозяйственных животных/ М.А. Леонова, А.Ю. Колосов, А.В. Радюк, Е.М. Бублик, А.А. Стетюха, А.Е. Святогорова // Молодой ученый.- 2013. - № 12 (59). - С. 612-614.
5. Леонова, М.А. Интенсификация селекционного процесса в животноводстве с использованием метода ПЦР/ М.А. Леонова, А.Ю. Колосов, А.Е. Святогорова, А.В. Радюк, Н.Ф. Бакоев // Молодой ученый. -2014. - № 11. - С. 172-175.
6. Леонова, М.А. Влияние генов-маркеров на продуктивные качества сельскохозяйственных животных /А.Е. Святогорова, М.А. Леонова, А.В. Радюк // Материалы международного молодежного научного форума «Ломоносов-2014».- М.: МГУ, 2014.- С.16-17.
7. Леонова, М.А. Изучение полиморфизма гена PRLR у свиней породы ландрас /М.А. Леонова, Ю.А. Колосов, А.Ю. Колосов // Материалы международной научно-практической конференции «Повышение конкурентоспособности животноводства и актуальные проблемы его научного обеспечения». - 2014. Том 3, Выпуск 7. - С. 503-506,
8. Леонова, М.А. Роль гена пролактина и его рецептора на формирование признаков продуктивности сельскохозяйственных животных/ М.А. Леонова, Л.В. Гетманцева, А.В. Усатов // Генетика и разведение животных. – 2014. № 4. - С. 37-40.
9. Леонова, М.А. Влияние гена MC4R на репродуктивные качества свиней крупной белой породы/ А.В. Усатов, Л.В. Гетманцева, М.А. Леонова // Генетика и селекция на Дону. - Ростов н/Д: ЮФУ. 2014. - Вып. 4. - С. 243-252.
10. Леонова М.А. Влияние полиморфизма генов LIF и ESR на плодовитость свиней/ А.В. Радюк, М.А. Леонова // Материалы международного молодежного научного форума «Ломоносов-2015».- М.: МГУ, 2015.- С.123-124.