

На правах рукописи

Лисикова Светлана Алексеевна

**ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И
КАЧЕСТВА СВИНИНЫ, ПОЛУЧЕННОЙ ОТ ЖИВОТНЫХ
ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И КАНАДСКОЙ СЕЛЕКЦИИ
В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Специальность:

05.18.04 – технология мясных, молочных и рыбных продуктов и
холодильных производств

Автореферат на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 2013

Работа выполнена в Государственном научном учреждении Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИ мясной промышленности им. В.М. Горбатова РАСХН)

Научный руководитель: д.т.н., профессор, Чернуха Ирина Михайловна

Официальные оппоненты:

Рудь Андрей Иванович, д. с.-х.н., доцент, ГНУ ВИЖ Россельхозакадемии, зам. зав. селекц.-технолог. центром по свин-ву

Апраксина Светлана Константиновна, к.т.н., ФГБОУ ВПО МГУПП, вед.науч.сотр.

Ведущая организация: ГНУ Сибирский НИИ Животноводства

Защита состоится «___» _____ 2013 г в ___ часов

на заседании диссертационного совета ДМ 006.021.01 при Государственном научном учреждении Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова Российской академии сельскохозяйственных наук по адресу 109316, Москва, ул. Талалихина, д.26.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГНУ ВНИИМП им. В.М. Горбатова Россельхозакадемии

Ваш отзыв (в двух экземплярах), заверенный печатью, просим направлять в адрес института.

Автореферат разослан «___» _____ 2013 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник

А.Н. Захаров

Актуальность темы диссертации. Вследствие постепенного роста населения России встает вопрос о его обеспечении продовольствием не только в необходимом количестве, но и высокого качества и в широком ассортименте.

Развитие животноводства, в частности свиноводства, является одним из главных способов решения создавшейся проблемы. Так, по сравнению с крупным рогатым скотом свиньи в 1,5-2 раза потребляют меньше кормов на единицу прироста живой массы, на 15-20 % выше по убойному выходу, а по удельному весу костей в 1,5 раза ниже чем у КРС, а также обладают хорошей адаптацией в условиях интенсивного выращивания, имеют высокие многоплодие и скороспелость. Мясо свиней отличается высоким содержанием полноценных белков, усваиваемых организмом человека на 90-95 %. Свинина превосходит говядину и баранину по калорийности (в среднем в 2 раза). В отличие от говяжьего и бараньего свиной жир имеет более низкую температуру плавления, благодаря чему лучше усваивается. Вышесказанное ставит выработку свинины на одно из первых мест в мировом производстве мяса. Решение проблем, связанных с обеспечением высококачественным сырьем, может быть осуществимо путем направления на переработку промышленно пригодных типов свиней, а так же повышения их мясной продуктивности и уменьшения потерь в процессе подготовки к убою.

Важность углубленного изучения с целью выявления промышленной пригодности свиней разных генотипов по мясной продуктивности и качеству мяса, поступающих на переработку, обусловлена большим количеством различий между породами и породосочетаниями. В настоящее время использование потенциала мясной продуктивности свиней находится на низком уровне, не найдены наиболее продуктивные генотипы свиней западной и отечественной селекции, а так же не изучена их мясная продуктивность, технологические свойства и качество мяса.

Все это свидетельствует о том, что работы по изучению качества мясного сырья, поступающего на переработку, в частности, из свиноводческих промышленных комплексов от свиней отечественной и западной селекций являются актуальными и своевременными.

Особый интерес представляет изучение животных канадской селекции, доля поставок которых в РФ постоянно увеличивается.

Цели и задачи научного исследования

Целью научного исследования является увеличение потенциала мясного сырья для промышленной переработки на базе сравнительного изучения комплекса генетических, зоотехнических, био- и физико-

химических показателей свинины отечественной и канадской селекции, выращенных в условиях промышленных комплексов.

Задачи научного исследования заключались в следующем:

- Провести сравнительные исследования прижизненных и послеубойных характеристик свиней российской и канадской селекции, выращенных в условиях промышленных комплексов;
- Провести комплексную оценку физико-химических, биохимических характеристик качества мясного сырья от свиней российской и канадской селекций
- Изучить полиморфизм генов RYR1, MC4R, экспрессию FABP и выявить специфичность исследуемой селекции в отношении морфологического состава туши и функционально-технологических свойств мяса;
- Определить эффективность производства и переработки свинины отечественной и канадской селекции;
- Изучить мясное сырье методом изотопной масспектрометрии и определить возможность применения этого метода для определения региона происхождения мясного сырья;
- На основании анализа литературных данных и собственных исследований сформулировать рекомендации по внесению изменений в научно-обоснованные требования к промышленно пригодным свиньям и полученному мясу от этих животных.

Научная новизна. Проведено комплексное исследование зоотехнических показателей, мясной продуктивности свиней отечественной и канадской селекции и доказана возможность получения промышленно пригодного мясного сырья при использовании этих животных; получены новые фундаментальные знания о взаимосвязи полиморфизма RYR1, MC4R, экспрессии FABP и формировании основных функционально-технологических характеристик свинины; применительно к проблематике диссертации с использованием базовых и наиболее современных методов проведена сравнительная оценка функциональных свойств мяса, позволяющая определить технологический потенциал свиней отечественной и канадской селекции для промышленной переработки.

Практическая значимость. Установлены значения показателя ^{13}C и подтверждена возможность применения метода изотопной масспектрометрии для идентификации региона происхождения. Определены коэффициенты потребительной стоимости свинины. На основе полученных результатов разработаны рекомендации по внесению изменений в научно обоснованные требования к свиньям для промышленной пере-

работки и мясу от этих животных, внедрение которых в промышленность позволит увеличить производство, улучшить качество, пищевые и функциональные свойства свинины, осуществлять целенаправленное использование свинины канадской селекции и повысить эффективность ее переработки.

Основные положения, выносимые на защиту

Анализ морфологического, физико-химического, amino- и жирно-кислотного составов, функционально-технологических свойств свинины на соответствие ее требованиям, предъявляемым к мясу от промышленно пригодных свиной. Возможность применения метода изотопной масспектрологии для определения региона происхождения свинины. Внесение изменений в существующие и введение новых показателей в научно обоснованные требования к свиньям для промышленной переработки и мясу от этих животных в соответствии с полученными новыми знаниями.

Апробация работы Основные результаты исследований апробированы в условиях ООО "Ступинский" и ООО «Мясокомбинат «Павловская Слобода».

Результаты были доложены на: 7-ой ежегодной Конференции молодых ученых и специалистов Отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Россельхозакадемии, 2013; Всероссийской научно-практической конференции, г. Углич, 2013

Публикации По теме диссертации опубликовано 6 работ, из них 4 в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, схемы организации эксперимента с описанием объектов и методов исследований, результатов экспериментальных исследований, выводов, списка использованной литературы, рекомендаций по эффективному использованию мяса свиней отечественной и канадской селекций, приложений.

Работа изложена на ____ страницах машинописного текста, включает ____ таблицу и ____ рисунок. Список литературы содержит _____ наименований работ отечественных и зарубежных авторов.

Содержание работы

Во *введении* обоснована актуальность темы диссертационной работы.

В *первой главе* дан обзор литературы, который содержит анализ развития производства свинины в России и за рубежом. Дана общая характеристика свинины, а так же проанализированы факторы, влияющие на показатели мясной продуктивности и качество свинины. Оценено

влияние селекции на мясную продуктивность, отражена роль влияний условий содержания, кормления и технологических факторов выращивания. На основании анализа литературы сформулированы цель и задачи исследований.

Во *второй главе* представлена схема выполнения работы, дана характеристика объектов и методов исследований.

В *третьей и четвертой* главах представлены результаты исследований морфологического состава, пищевой и биологической ценности, физико-химических, технологических, микроструктурных и органолептических свойств туш и дан анализ полученных данных.

В *приложении* представлен расчет коэффициентов потребительной стоимости.

Организация эксперимента и методы исследований

Диссертационная работа выполнена автором самостоятельно. Отдельные этапы проводились совместно с лабораториями и ИЦ Всероссийского научно-исследовательского института мясной промышленности (ВНИИМП). Экспериментальные исследования по сравнительной оценке продуктивности и качества мяса свиней разных генотипов проводились в сырьевой зоне мясокомбинатов ООО "Ступинский" и ООО «Мясокомбинат «Павловская Слобода» Московской области, Центр генетики в провинции Quebec в Канаде, выращенные в условиях пром-комплекса в период с 2010 по 2012 годы.

Объектом исследования была свинина от помесного молодняка:

- крупная белая (КБ) + ландрас (Л) российской селекции ;
- крупная белая + ландрас канадской селекции, выращенной в России, где в канадской селекции по материнской линии идет КБ компании «Нурог» («Hendrix Genetics») из нуклеуса в Канаде;
- крупная белая + ландрас + дюрок российской селекции;
- крупная белая + ландрас + дюрок (Д) канадской селекции, выращенной в России;
- йоркшир + ландрас + дюрок канадской селекции, выращенной в Канаде.

Исследования проводили по схеме, представленной на рисунке 1.

Мясную продуктивность, морфологический состав и промеры свиных туш определяли в соответствии с «Методическими рекомендациями ВАСХНИЛ по оценке мясной продуктивности, качества мяса и подкожного жира свиней» и «Методикой комплексной оценки мясной продуктивности и качества мяса свиней разных генотипов», разработанной во ВНИИМП им В.Н. Горбатова.

Схема проведения исследований

Анализ технической информации по теме диссертации, ее обобщение. Формулирование цели и задач исследований.				
Объекты исследований				
Группы	Свины, селекция	Породная принадлежность		
1	Отечественная	Крупная белая	Ландрас	
2	Отечественная	Крупная белая	Ландрас	Дюрок
3	Канадская, выращенная в РФ	Крупная белая	Ландрас	
4	Канадская, выращенная в РФ	Крупная белая	Ландрас	Дюрок
5	Канадская, выращенная в Канаде	Йоркшир	Ландрас	Дюрок
Контрольное выращивание				
Исучаемые показатели				
Зоотехнические показатели:				
Возраст достижения живой массы 100 кг, суток	Среднесуточный прирост, г		Предубойная живая масса, кг	
Контрольный убой, разделка, изучение мясного сырья				
Исучаемые показатели				
Мясная продуктивность и качество туш свиней		Морфологический состав полутуши:	Состав мяса:	Технологические характеристики мяса:
Убойная масса, кг	Длина полутуши, см	Масса M. L. dorsi, кг	Химический: массовая доля влаги, белка, жира, золы, %	рН через 1 и 24 ч
Масса туши, кг	Толщина шпика над 6-7 грудными позвонками, мм	Масса тазобедренного отруба, кг	Аминокислоты, мг/100г белка, мг/100 г продукта	Влагосвязывающая способность, %
Масса внутреннего жира, кг	Площадь «мышечного глазка», см ²	Выход мышечной ткани, %	Жирные кислоты, % к массе липидов	Потери при охлаждении, %
Убойный выход, %	Индекс «мясности»	Выход жировой ткани, %	Полиморфизм RYR1, MC4R, FABP	Потери при варке, %
Масса полутуши, кг	Индекс «пюности»	Выход костной ткани, %	Содержание изотопа ¹³ C	Сенсорная оценка
		Соотношение мышечных волокон разных типов		
Обобщение и обработка полученных данных				
Расчет коэффициентов потребительной стоимости				
Разработка рекомендаций				

Рисунок 1 – Схема проведения исследований

Качество туш и основных ее частей (отрубов) оценивали по морфологическому составу - выход мышечной, жировой и костной тканей, по их соотношению в туше отдельного животного и в среднем по каждой группе свиней, по «Индексу мясности» – соотношение мясо/кость и «Индексу постности» – соотношение мясо жилованое/жир.

Толщину шпика (мм) над 6-7 грудными позвонками определяли

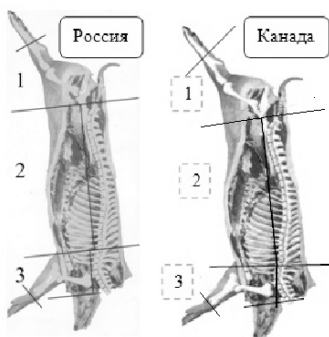


Рисунок 2 – Схема разделки свинных туш на основные части в России и Канаде: 1 – задняя часть; 2 – средняя часть (грудинно-реберная и спинно-поясничная); 3 – передняя часть.

методом ультразвуковой диагностики прибором Сонник-тест. Разделку свинных туш, выращенных в России осуществляли по ГОСТ Р 52986-2008, выращенных в Канаде по канадским технологиям (Canadian Pork Handbook// 1st edition, 2011. –р.31). Анатомические границы разделки туш представлены на рисунке 2.

В Канаде разделка свинных полутуш начинается с отделения задней ножки по путовому суставу. Затем отделяется задняя

часть по тазовой кости. Средняя и передняя части отделяются между 2 и 3 ребрами, строго вертикальным разрезом. Средняя часть разделяется на грудинно-реберный и спинно-поясничный отруб по прямой линии таким образом, чтобы самая широкая часть спинно-поясничного отруба не превышала 12см. В то время как в российской схеме предусматривает отделение переднего отруба между 4 и 5 ребрами, а спинно-поясничная часть отделяется от брюшной на расстоянии в самой широкой части не более 10 см от позвоночника до линии отделения. Отделение по линии 2–3 ребер в сравнении с отделением по линии 4–5 ребер дает меньший выход всех отрубов передней части – и шейно-лопаточного, и плече-лопаточного. Однако спинно-поясничный отруб на кости и без кости, отделенный по линии 2–3 ребер, дает лучшее соотношение ценных и малоценных частей туши. Ширина 12 см сводит к минимуму остатки ребер в спинно-поясничном отрубе и снижает прирезы брюшной части, улучшает соотношение мышечного глазка и брюшной части.

Морфологический состав определяли методом полной обвалки полутуш и отрубов от каждой группы свиней. На обвалку и последующую

жиловку направляли полутуши, охлажденные в течение суток до температуры +4°С.

Массовые доли влаги, белка и жира в мышечной ткани свиней определяли на длиннейшей мышце спины (*M.longissimus dorsi*) по общепринятым стандартным методикам ГОСТ 9793-74, ГОСТ 25011-81, ГОСТ 23042-86. Жирнокислотный состав определяли на газовом хроматографе «Hewlett Packard» (США) с капиллярной колонкой HP Innnowax 30x32x0,15mkm и автоматической программой обработки хроматографических данных Winpeak фирмы Bruker-Franzen Analytik SCPA Winpeak (Германия) по методу Фолча, «Методические рекомендации по оценке свежести мясного сырья мультисенсорным методом», 2009 г; аминокислотный анализ по стандартному методу на аминокислотном анализаторе PMA GmbH Abacus; ГОСТ 23041-78 «Мясо и мясные продукты. Метод определения оксипролина», методике № 103.5 – 105- 2011/ 01.00225-2008 «Методика измерений. Определение массовой доли триптофана в мясном сырье, мясных и мясосодержащих продуктах методом флуоресценции». Изотопный состав: изотопный масс-спектрометр DELTA V Advantage. Генотипирование осуществляли методом ПЦР-ПДРФ по методикам F. Gerbens и соавт. (1997), S. Kamiński и соавт. (2002), K. Kim и соавт. (2000) оптимизированным Крюковым В. И. и соавт. (2011); амплификацию проводили с помощью набора реагентов GenPak PCR Core («БИОКОМ», Россия) в амплификаторе MyCycler (BioRad США). Детекцию продуктов амплификации проводили в системе документации гелей MolecularImager® GelDoc XR System (BioRad США); Гистологические исследования проводили по ГОСТ Р 51604-2000;

Свойства свинины и принадлежность к определенной качественной группе (DFD, NOR, PSE) оценивали по величине pH мышечной ткани через 1 и 24 часа после убоя животного. Величину pH измеряли с помощью портативного pH-метра непосредственно в мышечной ткани по ГОСТ Р 51478-99 (ИСО 2917-74); влагосвязывающую способность мяса определяли методом прессования навески образца по методике Грау-Хамма в модификации Воловинской-Кельман.

Органолептическую оценку проводили по ГОСТ 9959-91 «Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки».

Отбор проб осуществлялся в соответствии с ГОСТ Р 51447 – 99 (ИСО 3100-1-91) и ГОСТ Р ИСО 7218 - 2008. При проведении всех лабораторных исследований соблюдали правила средних проб, каждую пробу исследовали на один и тот же показатель трижды, с вычислением среднего значения. Достоверность полученных результатов подтверждали трехкрат-

ной повторностью опытов, а также статистической обработкой их результатов.

Основные результаты исследований

Генотипирование свиней. При изучении полиморфизма генов (рисунках 3 и 4), ответственных за основные функционально-технологические характеристики установлено, что частота встречаемости предпочтительного рецессивного гомозиготного генотипа dd у животных канадской селекции – 28,57%, что на 16,93% меньше по сравнению с трёхпериодными гибридами отечественной селекции (45,45%). Полученные данные совпадают с данными Зиновьевой Н.А. и Эрнста Л.К. (1972), пришедших к выводу, что в результате селекции на уменьшение содержания жира в туше свиней происходит понижение мраморности мяса и снижение его вкусовых качеств, главным показателем которых является наличие внутримышечного жира.

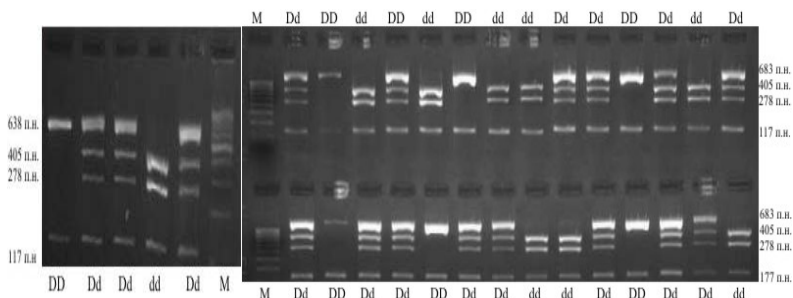


Рисунок 3 – Электрофореграмма ПЦР-ПДРФ ген типирования КБ×Л×Д канадской селекции по локусу H-FABP (M – маркер молекулярного веса)

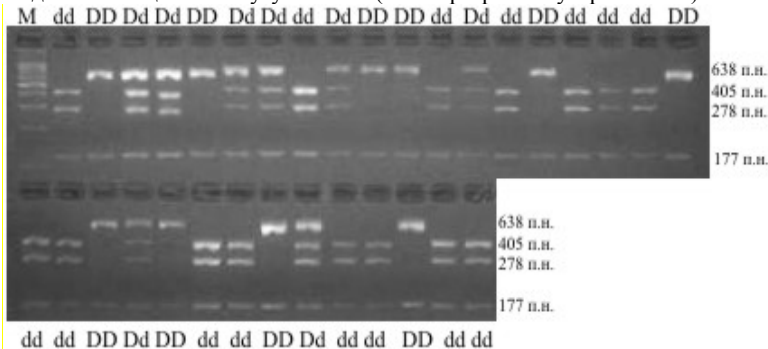


Рисунок 4 – Электрофореграмма ПЦР-ПДРФ генотипирования КБ×Л×Д отечественной селекции по локусу H-FABP (M – маркер молекулярного веса)

При анализе полиморфизма гена MC4R установлено, что частота распространения гетерозиготного генотипа AG и гомозиготного генотипа GG превалирует у животных канадской селекции на 7,60 и 8,60 %, соответственно (рисунок 5).

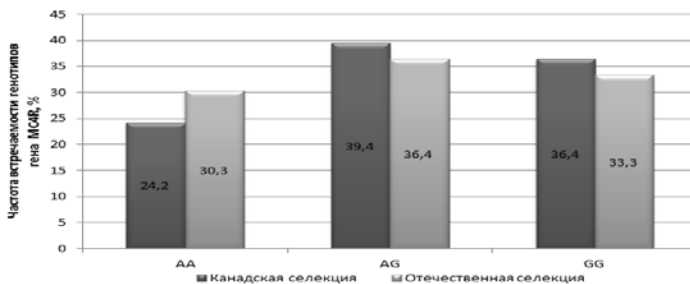


Рисунок 5 – Частота встречаемости генотипов гена MC4R у гибридов канадской и отечественной селекции, %

Определены длины фрагментов рестрикции специфического фрагмента RYR1-гена свиней, состоящих из 149 и 123 п.н. (генотип NN), три фрагмента в 272, 149 и 123 п.н. (генотип Nn), один фрагмент рестрикции 272 п.н. – соответствует рецессивному гомозиготному генотипу nn.

Также установлено, что у трехпородных гибридов КБ×Л×Д канадской и отечественной селекции отсутствует стресс-чувствительный генотип nn гена RYR1, при этом гетерозиготная форма Nn встречается только у животных отечественной селекции с частотой 3,00%, в то время как все гибриды канадской селекции имеют гомозиготный генотип доминантной формы. При этом, животные и канадской и отечественной селекции имеют высокий генетический потенциал стрессоустойчивости, оцененный по маркеру RYR1.

Изучение продуктивности свиней. При достижении животным живой массы 100±10 кг провели контрольный убой. Согласно требованиям канадского законодательства, убой животных, выращенных в Канаде, производился по достижении ими 120 кг.

Из рисунка 6 видно, что свиньи канадской селекции быстрее набирали вес и имели большие среднесуточные приросты живой массы (70,00±5,30 г), чем их сверстники отечественной селекции. Это объясняется большей долей гетерозиготного генотипа AG гена MC4R у свиней канадской селекции, что согласуется с результатами исследований Гетманцева Л.В. и соавт. (2011), и свидетельствует о том, что наличие генотипа

AG гена MC4R у свиней ведет к повышению откормочных и мясных качеств. Данные представлены на рисунке 6.

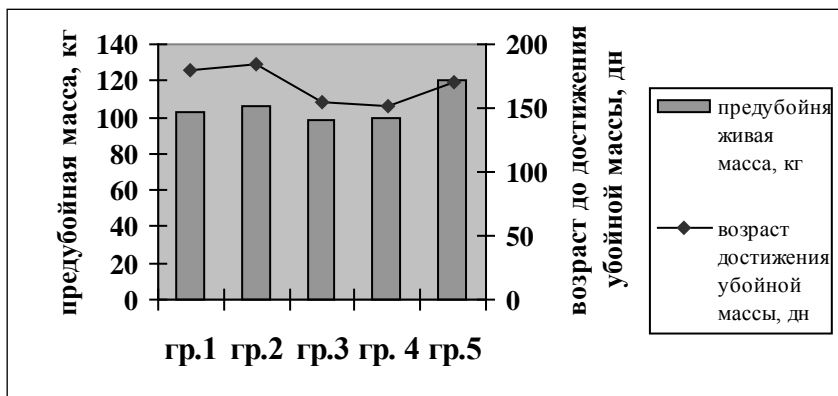


Рисунок 6 – Зоотехнические характеристики молодняка ($M \pm m$; в каждой группе $n=20$) ($P \leq 0,05$)

Животные отечественной селекции достигали массы 103 ± 3 кг за 181 ± 2 дня против 152 ± 2 дня – для свиней канадской селекции.

Изучение мясной продуктивности и качества мяса показало незначительное превышение предубойной живой массы животных отечественной селекции, выращенной в России, по сравнению с животными других групп, однако убойный выход туши в группах животных западной селекции оказался выше. Наибольший средний показатель убойного выхода был получен от откормочного молодняка западной селекции из группы 5 (79,00%), а наименьший – от молодняка отечественной селекции из группы 1 – 67,60%. (таблица 1)

У свиней отечественной селекции частота встречаемости генотипа AA на 6,10% выше по сравнению со свиньями канадской селекции, что может являться генетическим фактором, обусловившим большую толщину шпика (например в холки на 3,70 мм и 3,40 мм для двух- и трехпородных гибридов соответственно). Свиньи из группы 3 превосходили по площади мышечного глазка сверстников из группы 1 на $13,20 \text{ см}^2$, свиньи из группы 4 по аналогичному показателю имели большую площадь на $15,70 \text{ см}^2$ в сравнении со сверстниками из группы 2 и на $1,38 \text{ см}^2$ в сравнении с группой 5. При этом разность по всем группам была достоверна ($P \leq 0,05$) (таблице 2).

Таблица 1 – Убойный выход туш свиней (M±m; в каждой группе n=20) (P ≤ 0,05)

Группа	Сочетание	Предубойная живая масса, кг	Масса туши, кг	Выход туши, %	Выход мякоти, %
Свиньи отечественной селекции, выращенные в России					
1	Крупна белая х ландрас	103,20±1,45	69,80±1,16	67,60±0,64	87,50±0,37
2	Крупная белая х ландрас х дюрок	106,30±1,78	73,40±2,02	69,10±1,41	87,20±0,39
Свиньи канадской селекции, выращенные в России					
3	Крупна белая х ландрас	98,90±1,27	69,40±1,33	70,20±0,52	87,70±0,27
4	Крупная белая х ландрас х дюрок	99,90±0,87	71,10±0,85	71,20±0,48	87,50±0,12
Свиньи канадской селекции, выращенные в Канаде					
5	Йоркшир х ландрас х дюрок	120,00±2,80	94,81±3,20	79,00±0,73	89,07±0,52

Таблица 2 – Мясные качества туш свиней (M±m; в каждой группе n=20) (P ≤ 0,05)

Группа	Длина полутуши, см	Толщина шпика на холке, мм	Толщина шпика над 6-7 грудными позвонками, мм	Толщина шпика на пояснице, мм	Средняя толщина шпика, мм	Площадь «мышечного глазка», см ²
Свиньи отечественной селекции, выращенные в России						
1	96,80±0,83	30,70±1,21	27,70±1,03	23,90±0,99	27,40±1,07	36,30±0,66
2	95,90±1,08	31,10±0,66	28,10±0,65	24,80±0,69	28,00±1,06	37,10±0,92
Свиньи канадской селекции, выращенные в России						
3	98,90±0,81	27,00±0,85	21,40±0,71	25,00±0,75	24,50±0,63	49,50±0,55
4	97,20±0,83	27,70±0,85	22,60±0,71	25,30±0,76	25,50±0,56	52,80±0,67
Свиньи канадской селекции, выращенные в Канаде						
5	83,50±2,01	21,20±0,63	19,60±0,76	20,35±0,82	20,40±0,63	51,40±1,03

Примечательно, что туши животных, выращенных в Канаде, значительно короче, более чем на 10 см, и при этом, намного тяжелее (на 10-12 кг), чем туши животных, выращенных в России независимо от генотипа.

По мнению Горшениной Г.М. (<http://akkorostov.ru/association/section/pig-breeding/>) с учетом современных направлений и технологий в колбасном производстве, желательно использовать для переработки свиней со средней живой массой 110 кг; выходом мяса – 70-73%; с толщиной шпика на уровне 6-7 грудных позвонков - 2,3-2,8мм; массой задней трети полутуши – 12-13 кг.

Свиньи отечественной селекции имеют наибольший удельный вес полутуши. Однако при экспериментальной разделке в группе 1 наибольший удельный вес составил передний отруб (35,10 %), затем тазобедренный (34,60 %) и средний (30,30 %). В то время как в группах 2 и 4 тазобедренная часть превышает по этому показателю (2 – 35,00%; 4 – 35,40%), затем идет шейно-лопаточный отруб (передний) (2 – 33,90%,6; 4 – 32,30%), и далее средний (2 – 30,50%,6; 4 – 32,30%) . При трехпородном

скрещивании свиней канадской селекции (группа 4) передний и средний отрубы имеют одинаковый удельный вес (32,30%), в то время как в тушах животных отечественной селекции передний отруб превышает средний на 3,40%. Совсем иная картина у молодняка из группы 5, где средний отруб имеет наибольший удельный вес (45,83%), превышая передний на 17,64% и тазобедренный на 19,83%, что обусловлено различиями в схемах разделки туш, принятых в России и Канады.

Морфологический состав туши отображен в таблице 3. Из нее видно, что свиньи западной и отечественной селекции имеют практически одинаковый выход костной ткани (в среднем 12,50%), превышая молодняк, выращенный в Канаде (группа 5), где этот показатель составил 10,29%. Несмотря на это выход мышечной ткани свиней групп 3 и 4 составляет 59,70% и 58,80% соответственно, что значительно выше чем у свиней отечественной селекции (1 - 55,40% ;2 -56,80%), но все-таки уступает животным из группы 5.

Наиболее полномясные отруба получены от свиных туш канадской селекции (в среднем на 0,30), показавшие также и лучшие индексы постности (в среднем на 0,25), однако они уступают животным из группы 5 по индексу мясности, где этот показатель выше групп 1-4 в среднем на 1,4.

Изучение *химического состава отрубов* показало, что (таблица 4) содержание влаги в отрубках колеблется в пределах 69,68-71,70 % и тесно связано с наличием жира. Наибольшее содержание жира в отрубках отечественной селекции (10,50%); наименьшее (6,23%) в отрубках подвинков канадской селекции.

Интересен и тот факт, что свиньи канадской селекции, выращенные в России, имеют меньшее количество жира по сравнению с животными, выращенными в Канаде. По содержанию белка картина кардинально меняется: на первом месте по его содержанию стоят отрубы группы 3- 21,08% (канадская селекция, выращенная в России), далее свиньи, выращенные в Канаде – 20,30%, и на последнем месте свиньи отечественной селекции – 18,00%.

Данные, приведенные в таблице 4, значительно отличаются, например, от результатов, описанных Водяниковым В.И., Шкаленко В.В., Ружейниковым Ф.В., Земляковым Р.Н.(2010) для свиней двухпородного скрещивания Йоркшир х Ландрас канадской селекции, выращенных в условиях Нижнего Поволжья. По их данным массовая доля жира в свинине около 16-17%, а белка - не превышает 15%.

Таблица 3 – Морфологический состав туш свиней ($M \pm m$; в каждой группе $n=5$) ($P \leq 0,05$)

Группа	Масса охлажденной полутуши, кг	Выход						Индекс	
		мышечной ткани		жировой ткани		костной ткани		«мясности»	«попности»
		кг	%	кг	%	кг	%		
Свины отечественной селекции, выращенные в России									
1	34,60±1,03	19,12±1,63	55,40±0,78	11,11±0,40	32,10±0,89	4,33±0,05	12,50±0,37	4,50	1,70
2	34,31±1,89	19,48±1,60	56,80±1,56	10,45±0,21	30,40±1,52	4,38±0,25	12,80±,40	4,50	1,90
Свины канадской селекции, выращенные в России									
3	33,50±0,17	20,00±0,23	59,70±0,41	9,38±0,17	28,00±0,65	4,12±0,11	12,30±0,27	4,90	2,10
4	33,12±0,39	19,47±0,26	58,80±0,37	9,50±0,29	28,70±0,44	4,15±0,05	12,50±0,12	4,70	2,00
Свины канадской селекции, выращенные в Канаде									
5	41,30±1,01	25,01±0,94	60,58±0,81	12,03±0,64	29,13±0,96	4,24±0,82	10,29±0,70	5,80	2,10

Таблица 4 – Химический состав свинины ($n=5$), % ($P \leq 0,05$)

Группа	Полусухожильная мышца (<i>M. Semitendinosus</i>)				Длиннейшая мышца (<i>M.L. dorsi</i>)			
	Влага	Белок	Жир	Зола	Влага	Белок	Жир	Зола
Свиньи отечественной селекции, выращенные в России								
1	70,50±0,30	18,00±0,20	10,50±0,20	1,00±0,10	66,10±0,40	21,35±0,10	11,80±0,10	0,75±0,01
2	70,30±0,40	18,60±0,10	10,10±0,10	1,00±0,20	70,30±0,30	18,4±0,10	10,50±0,10	0,80±0,10
Свиньи канадской селекции, выращенные в России								
3	71,03±0,10	21,08±0,10	6,95±0,10	0,94±0,20	72,50±0,30	23,30±0,20	3,40±0,20	0,80±0,10
4	71,70±0,30	21,06±0,20	6,23±0,20	0,97±0,10	73,30±0,30	21,50±0,10	4,20±0,10	1,00±0,01
Свиньи канадской селекции, выращенные в Канаде								
5	69,68±0,30	20,30±0,10	9,10±0,10	0,92±0,20	69,65±0,40	20,30±0,20	9,10±0,10	0,95±0,10

При определении pH мяса через 1 и 24 часа после убоя не было обнаружено ни одной туши с показателем ниже 5,60 и выше 6,20 единиц, то есть, не обнаружено животных с признаками PSE и DFD – мясо всех групп животных соответствовало норме. Хотя значения pH₂₄ свинины от животных канадской селекции, выращенной в Канаде, были самыми низкими.

По влагосвязывающей способности (таблица 5) свинина от животных канадской селекции оказалась значительно лучше (59,30% против 54,70% для свинины от животных отечественной селекции), что свидетельствует о хороших технологических свойствах свинины во всех группах, удовлетворяющих требованиям мясоперерабатывающего производства (не ниже 52,00%). Таким образом, продукт, приготовленный из мяса западной селекции, будет значительно сочнее, так как в нем меньше потери сока при тепловой обработке.

Таблица 5 – Функционально-технологические характеристики *M.L. dorsi* свинины, полученной от животных различных породосочетаний ($M \pm m$; в каждой группе $n=5$) ($P \leq 0,05$)

Группа	r_{H_1}	$r_{H_{24}}$	Влагосвязывающая способность в % к		Потери массы туши при охлаждении	
			мышечной ткани	общей влаге	кг	% от массы туши
Свиньи отечественной селекции, выращенные в России						
1	5,94	5,68	40,20 \pm 0,40	53,50 \pm 0,50	1,52 \pm 0,34	2,23 \pm 0,42
2	6,03	5,58	42,00 \pm 0,30	56,00 \pm 0,60	1,53 \pm 0,31	2,09 \pm 0,35
Свиньи канадской селекции, выращенные в России						
3	5,85	5,75	44,40 \pm 0,30	58,20 \pm 0,30	1,70 \pm 0,13	2,50 \pm 0,18
4	5,84	5,73	45,80 \pm 0,30	60,10 \pm 0,30	1,63 \pm 0,16	2,30 \pm 0,23
Свиньи канадской селекции, выращенные в Канаде						
5	-	5,62	46,10 \pm 0,10	59,00 \pm 0,10	-	-

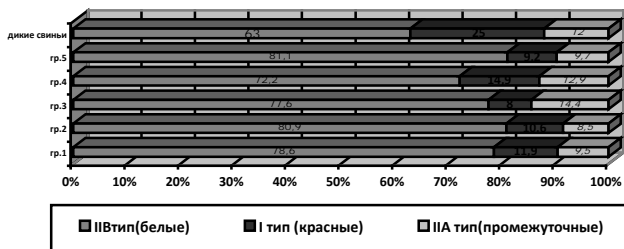


Рисунок 7 – Соотношение мышечных волокон *M.longissimus dorsi* по типам, %

Полученные результаты коррелируют с данными о составе отдельных типов мышечных волокон в свинине от животных разных селекций (рисунок 7).

Из рисунка 7 видно, что в исследуемых образцах мышечной ткани преобладают волокна гликолитического IIВ типа окисления (белые мышечные волокна), отличающиеся образованием АТФ в них за счет гликолиза. В них также высоко содержание гликогена, обуславливающего высокую активность фосфорилазы и АТФ-азы быстрого типа. Свинина с наивысшим содержанием волокон гликолитического типа обладало наименьшей ВСС.

В мясе животных (*M.longissimus dorsi*) генотипа крупная белая х ландрас отечественной селекции: % незаменимых кислот меньше заменимых на 3,58%, в то время как западной селекции, наоборот, превышает на 3,56%. По белково-качественному показателю (БКП) животные канадской селекции превосходят своих отечественных гибридов в среднем на 0,25 и мясо всех изученных образцов свинины от животных,

выращенных в России, по БКП в 3,10-4,80 раза было ниже мяса животных, выращенных в Канаде.

Ранее специалистами ВНИИМП было показано, что соотношение гистидин:аргинин:лизин является характеристикой, позволяющей косвенно судить о доле мышечной ткани в туше. Оптимальное соотношение составляет 2:3:6. Интересно, что соотношением максимально приближенным к оптимальному, характеризуется свинина (*M.longissimus dorsi*) первой группы (таблица 6)

Таблица 6 – Соотношение гистидин:аргинин:лизин в мякотной части отрубов, мг/100г

Группа Аминокислоты	1	2	3	4	5
Гистидин (His)	878,43	1167,96	1014,11	965,84	887,68
Лизин (Lys)	1893,77	1636,70	1605,74	1641,23	1654,78
Аргинин (Arg)	1255,36	1308,60	1461,40	1211,81	1522,25
Соотношение His: Arg: Lys	2,2:3,1:4,7	2,9:3,3:4,1	2,5:3,7:4,0	2,4:3,0:4,1	2,2:3,8:4,1

В остальных группах изменение соотношение происходит за счет увеличения содержания аргинина. Аргинин является субстратом NO-синтеаз в синтезе оксида азота NO, являющегося локальным тканевым гормоном, участвующем в синтезе мышечной ткани. Поэтому данные по увеличению содержания аргинина в образцах свинины коррелируют с показателем выхода мышечной ткани.

Результаты исследования жирнокислотного состава представлены в таблице 7. Из таблицы 7 видно, что мясо (*M.longissimus dorsi*) трехпородных свиней канадской селекции содержит значительно больше насыщенных жирных кислот, независимо от места выращивания. Учитывая, что и температура плавления шпика от этих животных более высокая (37⁰С против 34⁰С для шпика от животных российской селекции) можно сказать, что при кулинарной обработке (жарении, варке, гриле и пр.) готовый продукт будет более привлекателен для потребителя. Поскольку в Канаде более 80% свинины внутри страны потребитель готовит в виде гриля, то можно предположить, что мясо с указанными характеристиками получено в результате направленной селекции в ответ на требования потребителя. По соотношению ω6/ω3 жирных кислот и низкой доле трансизомеров только мясо от животных, выращенных в Канаде, соответствует рекомендациям ФАО (4 и менее 1%), что свидетельствует о превалирующей роли рациона кормления над селекцией в формировании жирнокислотного состава мяса.

Таблица 7 – Суммарное содержание жирных кислот в исследуемых образцах *M.longissimus dorsi*, % от суммы жирных кислот

Группа \ Показатели	1	2	3	4	5
∑ НЖК	46,75	50,05	51,49	58,40	58,74
∑ ННЖК из них:	53,25	49,95	48,51	41,60	41,26
∑ МНЖК	37,58	34,68	32,85	32,07	29,49
∑ ПНЖК	15,67	15,27	15,67	9,52	11,77
ННЖК / НЖК	1,14	1,00	0,94	0,71	0,70
Арахидоновая кислота	0,10	0,12	0,18	0,24	0,44
∑ ω3	1,27	1,50	1,27	1,10	1,57
∑ ω6	9,39	7,94	10,21	7,19	6,35
∑ ω9	33,84	31,20	26,69	25,19	22,57
ω6/ω3	7,40	5,29	8,02	6,52	4,04
транс-изомеры ЖК	3,48	4,03	1,29	1,52	0,45

Если насыщенные жирные кислоты оказывают негативное влияние на сердечнососудистую систему только при их избыточном употреблении, то потребление любых, даже малых количеств транс-изомеров жирных кислот увеличивает риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний в 2 раза. Транс-изомеры способствуют также увеличению рисков возникновения овуляционного бесплодия на 73,00%, диабета второго типа в 1,40 раза, болезни Альцгеймера в 3 раза, ожирения и развития атеросклероза (8 и 10 раз). Из таблицы 7 видно, что при вливании канадской крови количество транс-изомеров уменьшилось в 2-3-раза и составило 1,29-1,52% против 3,48-4,03% в жире свиней отечественной селекции. Возможно, снижение этого показателя привело к повышению вкусовых качеств свинины (рисунок 8), как и соотношение глютаминовой кислоты к общему количеству аминокислот.

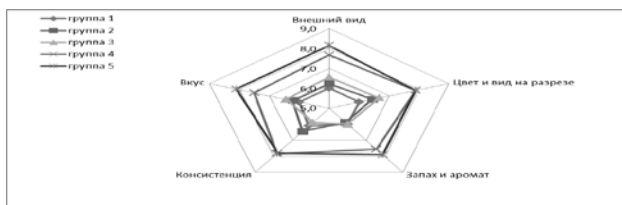


Рисунок 8 – Результаты дегустационной оценки вареного мяса

Таким образом, можно сделать вывод, что для промышленной переработки более предпочтительными являются свиньи канадской селекции, а именно трехпородные помеси, поэтому можно рекомендовать российским производителям свинины широко их использовать для откорма.

Изотопный состав. В настоящее время для идентификации сырья и установления подлинности продукции все большее внимание уделяется изучению их изотопного состава по ^{12}C и ^{13}C , ^{16}O и ^{18}O , ^1H и ^2H). Анализ стабильных изотопов позволяет получить изотопную метку (таблица 8).

Установлено, что свинина и говядина из одной страны имеют разное содержание изотопа ^{13}C . Образцы одного вида сырья, но разных стран производства, различаются по содержанию изотопа ^{13}C .

Свинина, выращенная в России не зависимо от селекции (табл.8), имеет приблизительно одинаковое содержание изотопа ^{13}C , что подтверждает одинаковые условия их выращивания и кормления.

Таблица 8 – Содержание изотопа ^{13}C в образцах свинины и говядины

№ п/п	Наименование образца	Страна происхождения (по этикетки)	$\delta^{13}\text{C},\%$
1	Свинина группа 1	Россия	-23,17
2	Свинина группа 2	Россия	-23,16
3	Свинина группа3	Россия	-23,17
4	Свинина группа4	Россия	-23,15
5	Свинина группа 5	Канада	-18,67
6	Свинина	Дания	-26,18
7	Свинина	Бразилия	-18,18
8	Свинина	Испания	-21,40
9	Говядина	Литва	-16,57
10	Говядина	Литва	-19,58
11	Говядина	Литва	-26,33
12	Говядина	Германия	-26,52
13	Говядина	Германия	-26,21
14	Говядина	Мексика	-16,47
15	Говядина	Россия	-17,60
16	говядина	США	-10,96

Интересно, что согласно этикетке образцы 10 и 11– это говядина из Литвы. Однако по содержанию изотопа углерода образец 11 гораздо ближе к образцу 12 – говядине из Германии. Таким образом, доказана возможность применения метода изотопной спектроскопии для установления региона происхождения сырья.

Экономическая эффективность. Направление на переработку промышленно пригодных типов свиней, с повышенной мясной продуктивностью и уменьшенными потерями в процессе подготовки к убою, позволит обеспечить высококачественным сырьем мясоперерабатывающие предприятия. Пищевая ценность отрубов и характеристика качества разных генотипов позволяет произвести расчеты их потребительской стоимости и определить дифференциальную ценовую политику.

После проведенных расчетов видно, что животные канадской селекции превосходят отечественных представителей по коэффициенту потребительной стоимости (1,12-1,15 для свинины канадской селекции против 1,08-1,1 для свинины отечественной селекции).

Таким образом, вливание крови канадских животных приводит к созданию поголовья с показателями высокой мясности, а также создает условия для наибольшей производительности, что позволяет повысить эффективность свиноводства.

Проведенные исследования, изучение требований отрасли, а также анализ литературных данных позволил сформулировать предложения по внесению изменений в разработанные ранее специалистами ВНИИМП (2009) научно обоснованные требования к промышленно пригодным свиным и полученному мясу от этих животных. (таблица 9)

Таблица 9 – Предложения по внесению изменений в разработанные ранее требования к промышленно пригодным свиным и мясу от этих животных

Характеристика	Требование	Рекомендуется
Убой на сертифицированном предприятии согласно требованиям ХАССП или аналогичной СМК	Должно быть	Должно быть
Однородность туш по размеру	Имеется	Имеется
Отсутствие контаминатов – антибиотиков, гормонов, тяжелых металлов, пестицидов	Отсутствуют	Отсутствуют
Предубойная масса, кг	До 110	110±10
Площадь мышечного глазка, см ²	Более 35	От 45 до 55
Выход мышечной ткани, %	Свыше 60	От 55 до 60
Индекс «постности»	От 2,30	
Толщина шпика над остистыми отростками между 6-7 грудными позвонками, не считая толщины шкуры, мм	20 и менее	От 20 до 25
Температура плавления хребтового шпика, °С		37 и выше
Доля внутримышечного жира, %	1,00-5,50	От 1,10 до 5,50
Показатель рН ₁ в средней части тазобедренного отруб	5,8	6,1 и выше
Влагосвязывающая способность, % к общей влаге	Не менее 50	55 и выше
Соотношение триптофана к оксипролину в M.L.dorci		Не менее 3,50

Выводы

1. Установлено достоверное влияние традиций и условий выращивания на прижизненные и послеубойные характеристики туш свиней, показатели качества свинины, в том числе, свиньи канадской селекции превосходили животных отечественной селекции по таким показателям, как: убойный выход (КБ х Л 70,2% против 67,6%, и КБхЛхД – 71,2% против 69,1%); площадь «мышечного глазка» - (на 13,2 см² и 15,7 см² соответственно); выход мышечной ткани - групп 3 и 4 составляет 59,7% и 58,8% соответственно, что значительно выше чем у свиней отечественной селекции (1 - 55,4% ;2 -56,8%).

2. На базе сравнительного исследования биохимических и физико-химических показателей свинины выявлены достоверные различия: по соотношению триптофан/оксипролин животные канадской селекции превосходят отечественных гибридов в среднем на 0,25; БКП образцов свинины всех групп из России были в 3,1-4,8 раза ниже аналогичного показателя мяса животных, выращенных в Канаде; установлено трехкратное снижение количества транс-изомеров, а мультипликативный эффект генотипа и рациона кормления дает уменьшение доли транс-изомеров до 9 раз.

3. Методами функциональной геномики определены направления селекции с целью качественного прижизненного изменения характеристик убойных животных. Установлено, что частота встречаемости предпочтительного рецессивного гомозиготного генотипа dd у животных канадской селекции – 27,3%, что на 18,2% меньше по сравнению с трехпородными гибридами отечественной селекции (45,5%). При анализе полиморфизма гена MC4R выявлено, что частота распространения гетерозиготного генотипа AG и гомозиготного генотипа GG превалирует у животных канадской селекции на 7,6 и 8,6 %, соответственно. А так же, проведенными исследованиями установлено, что у трехпородных гибридов КБ×Л×Д канадской и отечественной селекции отсутствует стрессчувствительный генотип pp гена RYR1, при этом гетерозиготная форма Pp встречается только у животных отечественной селекции с частотой 3%, в то время как все гибриды канадской селекции имеют гомозиготный генотип доминантной формы. При этом, животные и канадской и отечественной селекции имеют высокий генетический потенциал стрессоустойчивости, оцененный по маркеру RYR1.

4. После проведенных расчетов установлено, что животные канадской селекции превосходят отечественных представителей по коэффициенту потребительной стоимости (1,12-1,15 для свинины канадской селекции против 1,08-1,1 для свинины отечественной селекции).

5. Впервые доказана возможность применения метода изотопной спектроскопии для установления региона происхождения сырья. Установлены достоверные различия по содержанию изотопа ¹³C между разными видами сырья (свининой и говядиной), но из одной страны или одного вида сырья, но разных стран производства

6. Разработаны предложения по внесению изменений в научно-обоснованные требования к свиньям для промышленной переработки и мясу от этих животных. На промышленную переработку должны направляться животные массой от 100 до 120 кг; рекомендуемый выход мышечной ткани не должен превышать 60%, при оптимуме - 55%. Предложены новые требования: к температуре плавления шпика, к соотношению триптофан:оксипролин. Рекомендуемый pH₁ мяса не ниже 6,1, что обеспечит лучший цвет мяса, более высокую ВСС и улучшит потребительские характеристики готового продукта.

Публикации по теме диссертационной работы.

1. Татулов Ю.В. Влияние стресса свиней на качество мясного сырья / Ю.В. Татулов, Т.В. Косачева, С.А. **Кузнецова**, С.Б. Воскресенский, Е.Н. Антонова //Мясная индустрия. – 2009. – №7. – С.54-56.
2. Татулов Ю.В. Сравнительная оценка качества и промышленной пригодности мяса свиней отечественной и датской селекции/ Татулов Ю.В., Сусь И.В., **Кузнецова С.А.**, Грикшас С.А., Петров Г.А. // Мясная индустрия. – 2009. – №10. – С.60-63.
3. Чернуха И.М. Оценка мясной продуктивности свиней отечественной и канадской селекции при использовании терминальных хряков /Чернуха И.М., Сусь И.В., Миттельштейн Т.М., **Лисицова С.А.**, Грикшас С.А., Губанова Н.С. // Все о мясе. – 2012. – №3. – С.42-44.
4. Хворова Ю.А. Сравнительная оценка качества свинины от животных разных схем выращивания с позиции устойчивости производства/ Хворова Ю.А, **Лисицова С.А.**, Чернуха И.М.// Все о мясе. – 2012. – №5. – С.40-43.
5. Лисицова С.А. К вопросу о влиянии селекции на пищевую ценность свинины./ **Лисицова С.А.**, Чернуха И.М.// Актуальные проблемы повышения конкурентоспособности продовольственного сырья и пищевых продуктов в условиях ВТО: Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции 25-28 июня 2013. – г. Углич: ГНУ ВНИИМС Россельхозакадемии – 2013. – С.168-171.
6. Лисицова С.А. Идентификация генов продуктивности свиней/**Лисицова С.А.**, Радченко М.В.// Научный вклад молодых ученых в развитие пищевой и перерабатывающей промышленности АПК: Сборник научных трудов VII конференции молодых ученых и специалистов научно-исследовательских институтов Отделения хранения и переработки сельсклхозяйственной продукции Россельхозакадемии 8-9 октября 2013г. – М.: ГНУ ВНИИМ Россельхозакадемии. – 2013. – С. 239-243.

Тираж экз. 100

Заказ №80

ГНУ ВНИИМП им.В.М. Горбатова Россельхозакадемии