

РАДЧЕНКО МИХАИЛ ВАСИЛЬЕВИЧ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНОЙ
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ НА
КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАРЕНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ
СВИНИНЫ С РАЗЛИЧНЫМ ХОДОМ АВТОЛИЗА**

Специальность

05.18.04 — Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и
холодильных производств

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Работа выполнена на кафедре «Продукты питания животного происхождения» Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Орловский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Орловский ГАУ)

Научный руководитель: доктор биологических наук, доцент
Ковалева Оксана Анатольевна

Официальные оппоненты: **Родионова Наталья Сергеевна**
доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», заведующая кафедрой «Сервиса и ресторанного бизнеса»

Сенькина Татьяна Анатольевна
кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», заместитель декана по научной работе факультета «Технологии, предпринимательства и сервиса»

Ведущая организация: ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции»

Защита диссертации состоится «17» февраля 2017 г. в 11-00 ч на заседании диссертационного совета Д 307.004.03 при ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО») по адресу: 107140, г. Москва, ул. В. Красносельская, 17. Факс: (499) 264-91-87, e-mail: fishing@vniro.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «ВНИРО» и на сайте <http://vniro.ru>.

Автореферат разослан «13» января 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Татарников Вячеслав Александрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. От способов и режимов тепловой обработки в значительной степени зависят показатели качества и технико-экономические характеристики мясопродуктов, что имеет особое значение в условиях широкого распространения на отечественном рынке свинины, относящейся к различным группам качества, классифицируемым как PSE и NOR.

Исследованиями Fujii J. и соавт. (1991), Otsu K. и соавт. (1991, 1992), Milan D. и соавт. (2000), Рыжовой Н. В. (2003), Черкаевой Е. А. (2007) Зиновьевой Н. А. и соавт. (2008, 2010, 2012) установлено, что появление свинины с признаками PSE тесно сопряжено с рецессивными мутациями в генах RYR1 (ген рианодин рецепторного белка) и PRKAG3 (ген гамма-субъединицы протеинкиназы А). В связи с этим, актуальными являются вопросы идентификации животных-носителей нежелательных генотипов по генам RYR1 и PRKAG3, дифференциации сырья по группам качества в зависимости от характера течения автолиза и разработки новых технологий за счет применения наиболее рациональных способов и режимов для тепловой обработки мясопродуктов из сырья с различным характером течения автолиза.

В настоящее время за рубежом на мясоперерабатывающих предприятиях и в ресторанном бизнесе все большее применение находит длительная тепловая обработка при низких температурах («*low temperature – long time*» — LT–LT). Данный вид тепловой обработки способствует повышению сочности и нежности готового продукта, а также меньшим потерям массы в процессе тепловой обработки и повышению выхода (Christensen L., 2012). Впервые положительное влияние LT–LT обработки на качественные показатели готового продукта было изучено Cover S. (1937) на примере производства жаркого из говядины. Дальнейшие исследования, проведенные Bramblett V. D. и соавт. (1959), Machlik S. M. и Draudt H. N. (1963), Laakkonen E. и соавт. (1970), Bouton P. E. и соавт. (1975), Bowers J. A. (1987), Vaudagna S. R. и соавт. (2002), Mortensen L. M. и соавт. (2015), подтвердили благоприятное влияние длительного воздействия низких положительных температур на биологическую ценность, консистенцию, органолептические показатели и выхода готового продукта.

Однако данные работы были сосредоточены исключительно на говядине. Исследования, направленные на изучение влияния LT–LT обработки свинины, проведенные Родионовой Н. С. и соавт. (2013), Christensen L. и соавт. (2010, 2011, 2012), Salasevicien A. и соавт. (2014), не затрагивают вопросов применения LT–LT тепловой обработки для производства вареных продуктов из свинины с разным характером течения автолиза.

В этой связи представляется актуальным изучение влияния режимов LT–LT обработки на формирование показателей пищевой и биологической ценности, физико-химических, технологических, структурно-механических и органолептических свойств цельнокусковых вареных продуктов из NOR и PSE-свинины и определить оптимальные условия для их производства.

Цель и задачи исследования. Целью настоящей работы является изучение влияния режимов длительной низкотемпературной тепловой обработки на формирование качественных характеристик цельнокусковых вареных продуктов из свиной шпика со свойствами NOR и PSE и выбор наиболее оптимального.

Основные задачи исследования:

1. провести дифференциацию свинины, поступающей на переработку в Орловской области, в зависимости от характера течения автолиза;
2. провести скрининг аллелофонда популяций свиней Орловской и Тульской областей по генам RYR1 и PRKAG3, ассоциированным с появлением сырья с признаками PSE;
3. исследовать влияние температуры в центре продукта на динамику изменения белкового комплекса, потерю массы и эссенциальных нутриентов в вареных продуктах из свиной шпика на примере «Рулета ростовского» из NOR и PSE-свинины;
4. изучить показатели микробиологической безопасности, пищевой и биологической ценности, физико-химические, технологические, структурно-механические и органолептические характеристики вареных продуктов на примере «Рулета ростовского» из NOR и PSE-свинины в зависимости от параметров LT-LT режима обработки и выбрать оптимальный, обеспечивающий стабильно высокое качество готового продукта;
5. рассчитать экономическую эффективность от применения оптимального режима LT-LT обработки для производства вареных продуктов «Рулет ростовский» из NOR и PSE-свинины.

Основные положения, выносимые на защиту:

- Влияние сезонности, породной принадлежности и страны происхождения животного на количество свинины с признаками PSE и DFD.
- Популяционно-зависимый характер распределения генотипов локуса RYR1 у свиней пород: крупная белая, йоркшир, ландрас, дюрок и гибридов йоркшир × ландрас, ландрас × йоркшир × дюрок различного происхождения.
- Экспериментальное обоснование длительного низкотемпературного режима тепловой обработки вареных продуктов из NOR и PSE-свинины.

Научная новизна работы. Впервые в Орловской области проведен широкомасштабный скрининг распределения частот встречаемости аллелей и генотипов по генам RYR1 и PRKAG3 в популяциях свиней следующих пород: крупная белая, йоркшир, ландрас, дюрок и гибридов йоркшир × ландрас, ландрас × йоркшир × дюрок различного происхождения, локализованных в хозяйствах региона.

Впервые установлено влияние температуры в центре цельнокусковых вареных продуктов из NOR и PSE-свинины, на примере «Рулета ростовского», на изменение степени денатурации и электрофоретического профиля белков, потери массы и эссенциальных нутриентов.

Впервые изучены качественные и количественные показатели пищевой и биологической ценности, физико-химические, структурно-механические, органолептические и микробиологические характеристики цельнокусковых вареных продуктов из NOR и PSE-свинины, на примере «Рулета ростовского», в зависимости от характера воздействия длительного низкотемпературного режима тепловой обработки.

Экспериментально обоснована целесообразность использования длительной низкотемпературной тепловой обработки для производства вареных продуктов из NOR и PSE-свинины, на примере «Рулета ростовского».

Практическая значимость работы. Предложен оптимальный длительный низкотемпературный режим тепловой обработки заключающийся в предварительном вакуумировании продукта в термоусадочную полимерную упаковку, прогреве продукта и последующей его экспозиции при 58 °С в центре в течение 390 минут (патент №2570322). Предложенный режим позволит производить цельнокусковые вареные продукты из PSE-свинины по качественным и технологическим характеристикам превосходящие продукцию из свинины группы NOR.

Предложенный режим термообработки позволяет увеличить экономическую эффективность производства вареных продуктов из NOR-свинины на 8,84 тыс. руб. на 1 тонну и на 15,36 тыс. руб. на 1 тонну при производстве вареных продуктов из PSE-свинины (в ценах на II полугодие 2015 года).

Разработанный длительный низкотемпературный режим тепловой обработки прошел опытно-промышленную апробацию на мясокомбинате «Ливенский» ОАО «Агрофирма «Ливенское мясо» Орловской области.

Расширены статистические данные об объемах свинины с различным характером автолиза, поступающей на переработку в конкретных регионах страны, на примере мясокомбината «Ливенский» ОАО «Агрофирмы Ливенское мясо» Орловской области.

Результаты генотипирования по локусам RYR1 и PRKAG3 используются в ООО «Озерский свиноплекс» (Тульская область) и на комплексе по производству свинины ОАО «Агрофирма «Ливенское мясо» (Орловская область) при разработке селекционно-генетических программ совершенствования стад, направленных на повышение стрессоустойчивости и качество мяса.

Апробация работы. Разработки и результаты диссертационной работы представлены на 7 всероссийских и международных конкурсах, где удостоены дипломов лауреата, среди которых сертификат «Победитель» XII Всероссийской выставки научно-технического творчества молодежи (Москва, 2012) и премия по поддержке талантливой молодежи в рамках приоритетного национального проекта «Образование».

Основные положения и результаты научно-исследовательской работы были представлены и обсуждены на международных и всероссийских научных и научно-практических конференциях: «Биотехнологические системы в производстве пищевого сырья и продуктов: инновационный потенциал и перспективы развития» (Воронеж, 2011); «Инновационные фундаментальные и прикладные исследования

в области химии сельскохозяйственному производству» (Орел, 2012); «Пути интенсификации производства и переработки сельскохозяйственной продукции в современных условиях» (Волгоград, 2012); «Кузбасс: образование, наука, инновации» (Кемерово, 2012); «Мясная промышленность — приоритеты развития и функционирования» (Москва, 2012); «Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России» (Пенза, 2012); «Живые системы и биологическая безопасность населения» (Москва, 2012); «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты» (Москва, 2012); «Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии» (Москва, 2013); «Пищевые инновации и биотехнологии» (Кемерово, 2013); «Научный вклад молодых ученых в развитие пищевой и перерабатывающей промышленности АПК» (Москва, 2013); «Hygiene a technologie potravin» (Чехия, Брно, 2014).

Личное участие соискателя. Диссертационная работа выполнена соискателем лично, включая анализ технической литературы по теме диссертации, подбор экспериментальных методик проведения исследований, анализ и обобщение полученных результатов, формулировку выводов. При участии соискателя проведена опытно-промышленная апробация предложенного режима LT-LT обработки при производстве вареных продуктов из NOR и PSE-свинины на мясокомбинате «Ливенский» ОАО «Агрофирмы «Ливенское мясо». Соавторство по отдельным этапам работы отражено в списке публикаций.

Публикации. По материалам диссертации опубликованы 23 научные статьи, в том числе 9 — в журналах, рекомендованных ВАК РФ. Получено 2 патента на изобретение.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, включающих обзор литературы, методы исследований, экспериментальную часть (4 главы), выводы и список литературы, включающий 180 отечественных и 111 зарубежных источника информации, 15 приложений. Работа изложена на 218 страницах машинописного текста, содержит 30 таблиц и 41 рисунок.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, определены цель и задачи исследований, изложена новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе приведены классификация, механизм образования и способы переработки свинины с различным характером автолиза. Представлена терминология и дана общая характеристика процесса длительной низкотемпературной тепловой обработки мясопродуктов. Проанализированы основные направления исследований в области длительной низкотемпературной тепловой обработки. Показано влияние теплоиндуцированных изменений белков на качественные характеристики готовых продуктов.

Во второй главе приведена общая схема организации исследований, описаны объекты и методы исследований. Экспериментальные исследования проводились в период с 2011 по 2015 год на базе ЦКП «Идентификация, прослеживаемость и мо-

нитинг растительного и животного сырья и продуктов питания» и ЦКП «Генетические ресурсы животных и их использование» аккредитованного Инновационного научно-исследовательского испытательного центра ФГБОУ ВО Орел ГАУ, а также на кафедре «Продукты питания животного происхождения» ФГБОУ ВО Орел ГАУ.

Схема проведения исследований представлена на рис. 1.

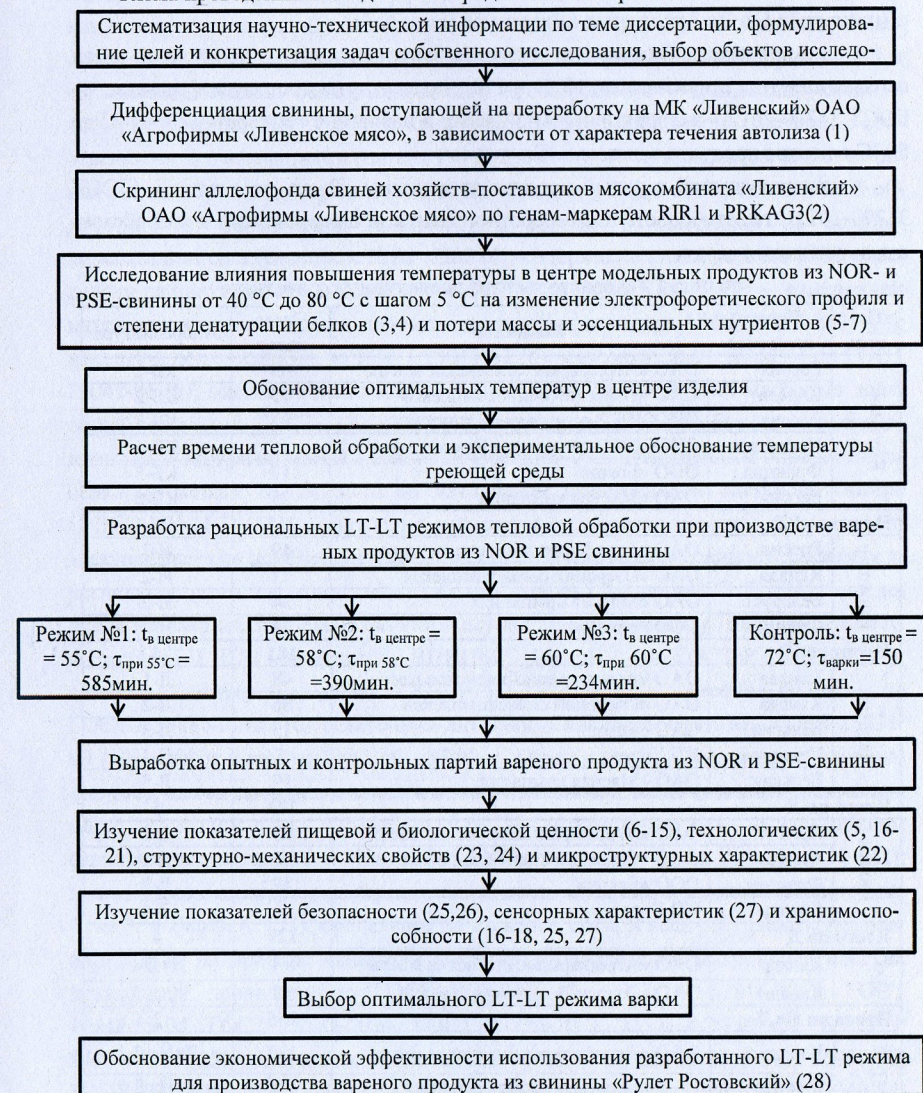


Рисунок 1 – Схема постановки и проведения исследований.

Объектами исследования являлись:

– свиньи пород крупная белая (КБ, n=212), йоркшир (Й, n=181), ландрас (Л, n=144), дюрок (Д, n=129) и гибриды йоркшир × ландрас (Й×Л, n=156), ландрас × йоркшир × дюрок (Л×Й×Д, n=260) из животноводческих хозяйств-поставщиков мясокомбината «Ливенский» (табл. 1);

– свинные полутуши от животных, поступающих для убоя на мясокомбинат «Ливенский» ОАО «Агрофирма «Ливенское мясо»;

– цельнокусковые модельные продукты, изготовленные из лопаточной части свинных полутуш с признаками NOR и PSE, подвергнутые посолу и формовке по ГОСТ 31790-2012 и экспериментальной варке в диапазоне температур от 40 °С до 80 °С в центре продукта с шагом 5 °С;

– цельнокусковой вареный продукт из свинины «Рулёт ростовский» (ГОСТ 31790-2012), термообработанный в соответствии с общепринятыми и разработанными режимами варки.

Таблица 1 – Характеристика исследуемых животных

По- рода	Проис- хождение	Хозяйство	Число голов	Аббревиатура
Крупная белая	Россия	ОАО «Агрофирма «Ливенское мясо»	69	КБ-1
	Канада	ОАО «Озерский свинокомплекс»	71	КБ-2
	Россия	СПССПК 2-го уровня «Единство»	27	КБ-3
	Ирландия	СПССПК 2-го уровня «Единство»	8	КБ-4
	Франция	ООО «Бекон»	12	КБ-5
	Россия	ОАО «Мясная компания	25	КБ-6
Итого по КБ			212	6
Йоркшир	Россия	ОАО «Агрофирма «Ливенское мясо»	49	Й-1
	Канада	ОАО «Озерский свинокомплекс»	77	Й-2
	Беларусь	ОАО «Мясная компания»	34	Й-3
	Франция	ООО «Бекон»	21	Й-4
Итого по Й			181	4
Ландрас	Канада	ОАО «Агрофирма «Ливенское мясо»	48	Л-1
	Канада	ОАО «Озерский свинокомплекс»	56	Л-2
	Бельгия	ОАО «Бекон»	15	Л-3
	Германия	ИП Киреев	6	Л-4
	Бельгия	ОАО «Мясная компания	19	Л-5
Итого по Л			144	5
Дюрок	Канада	ОАО «Агрофирма «Ливенское мясо»	48	Д-1
	Канада	ОАО «Озерский свинокомплекс»	56	Д-2
	Франция	ООО «Бекон»	18	Д-3
	Канада	ИП Киреев	7	Д-4
Итого по Д			129	4
Й× Л	Канада	ОАО «Агрофирма «Ливенское мясо»	98	Й×Л-1
	Канада	ОАО «Озерский свинокомплекс»	58	Й×Л-2
Итого по Й×Л			156	2
Л×Й ×Д	Канада	ОАО «Агрофирма «Ливенское мясо»	130	Л×Й×Д-1
	Канада	ОАО «Озерский свинокомплекс»	136	Л×Й×Д-2
Итого по Л×Й×Д			266	2
Итого			1083	23

В работе использовали следующие методы исследований: дифференциацию свинины в зависимости от характера автолиза проводили в соответствии с «Временной технологической инструкцией оценки говядины и свинины по группам свойств в шкале PSE, NOR, DFD» (1); генотипирование по генам RYR1 и PRKAG3 методом ПЦР-ПДРФ по методикам Kaminski S., Meadus W., Журиной Н. В. оптимизированными Крюковым В. И. (2); степень денатурации белков рассчитывали как отношение массовой доли белка в образцах до термической обработки к массовой доле после термической обработки (3); электрофорез миофибриллярной и саркоплазматической белковых фракций проводили в 5% концентрирующем и 11% разделяющем ПААГ в трис-глициновом буфере pH 8,3 по U. Laemmli с собственными модификациями (патент РФ №2524546) (4); потери массы как отношение массы образца до термической обработки к его массе после термической обработки (5); определение минерального состава осуществляли на атомно-эмиссионном спектрометре с iCAP 6300 (6); содержание витаминов B1 и B2 определяли на биохимическом анализаторе ФЛЮОРАТ 02 АБЛФ-Т; PP — измерением интенсивности поглощения ниаина на спектрофотометре UNICO UV-2804 (7); массовую долю белка — по ГОСТ 25011-81 (8); массовую долю жира — по ГОСТ 23042-86 (9); массовую долю влаги — по ГОСТ Р 51479-99 (10); массовую долю общей золы — по ГОСТ 31727-2012 (11); фракционный состав белков — последовательным экстрагированием белковых фракций, с количественным определением белка по методу М. Bradford на двулучевом сканирующем спектрофотометре UNICO UV-2804 (12); аминокислотный состав определяли методом капиллярного электрофореза на приборе Капель-105М (13); биологическую ценность определяли расчетным путем в соответствии с рекомендациями Антиповой Л. В. (14); определение переваримости белков «in vitro» осуществляли по методу Покровского А. А. и Ертанова И. Д. в модификации ВНИИМП (15); pH — по ГОСТ Р 51478-99 (16); аминокислотный азот — по ГОСТ Р 55479-2013 (17); кислотное число — по ГОСТ Р 55480-2013 (18); остаточную активность кислой фосфатазы – ГОСТ 23231-90 (19); влагоудерживающую способность определяли методом центрифугирования (20); выход продукта определяли, как отношение массы готового продукта, к массе несоленого сырья выраженное в % (21); микроструктуру — на электронном сканирующем микроскопе Hitachi TM-1000 по методике Palka K. и Daun H. (22); пластичность исследуемых вареных ветчинных изделий определяли по методике Grau P. и Hamm R. (23); предельное напряжение среза и величину работы резания определяли на приборе «Инстрон-1140» (24); определение микробиологических показателей проводили по ГОСТ Р 54004-2010, ГОСТ Р 52816-2007, ГОСТ 10444.15-94, ГОСТ 29185-2014, ГОСТ 30726-2001, МУК 4.2.1122-02, ГОСТ Р 54354-2011 (25); химические загрязнители — по ГОСТ 26927-86, ГОСТ 26930-86, ГОСТ 26932-86, ГОСТ 26933-86, МР 4.18/1890-91, МУК 4.2.026-95, МУ 3049-84; МУ 2142-80, ГОСТ Р 51650-2000, МУК 4.4.1.011-93, МУК МЗ РФ от 01.06.99 (26);

органолептические показатели исследуемых продуктов определялись в соответствии с ГОСТ 9959-91 (27); экономическую эффективность по «Методическим указаниям по калькулированию себестоимости мяса» (28).

Экспериментальные исследования проводились в трех- и пятикратной повторности. Данные обрабатывались математическими, статистическими и графоаналитическими методами. Доверительные интервалы цифровых величин, указанных в таблицах и графиках, определены с помощью коэффициента распределения Стьюдента.

В третьей главе с целью выявления количества свинины с различным ходом автолиза и генетических причин ее образования проведен скрининг качества свинины в процессе производства и переработки.

В ходе мониторинга свинины по группам качества в шкале PSE, NOR, DFD в период с 2012 по 2014 проанализировано 1610 образцов (*M. longissimus dorsi* и *M. gluteus medius*) свинины от чистопородных и помесных животных, поступивших от сельхозпроизводителей Орловской и Тульской областей на мясокомбинат «Ливенский» ОАО «Агрофирмы «Ливенское мясо». Установлено, что значительная доля свинины поступающей на переработку имеет признаки PSE — от 31,1% до 35,8% и DFD — от 2,7% до 3,2%. Установлено, что наибольшее количество свинины с аномальным ходом автолиза приходится на летние месяцы — с июня по

сентябрь и зимние месяцы — с декабря по март (рис. 2). Количество свинины с признаками PSE и DFD от общего количества сырья, поступившего на переработку в летние месяцы, составило 36,9% и 5,4% соответственно. При этом

наибольшее количество экссудативной свинины приходится

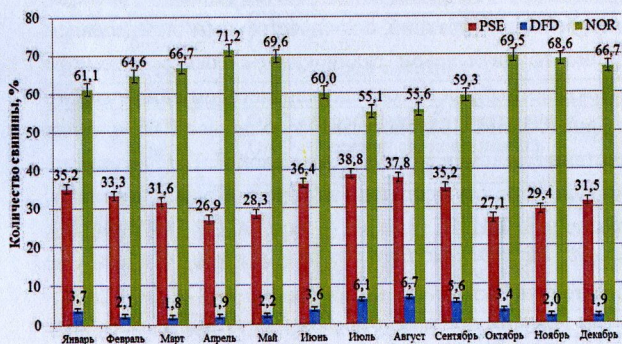


Рисунок 2 – Сезонные объемы поступления свинины с различным характером автолиза в 2014г, %

на июль — 38,7%, а DFD-свинины и август — 6,6%. Количество PSE и DFD свинины от общего количества сырья, поступившего на переработку в зимние месяцы, составило 32,8% и 2,3% соответственно, что на 4,1% и 3,1% меньше аналогичных показателей летнего периода. В осенний и весенний период наблюдается снижение доли сырья с признаками PSE и DFD. Наименьшее число отклонений в характере автолиза отмечается в апреле — 26,9% и 1,9%, а также в октябре 27,1% и 3,3% для PSE и DFD свинины соответственно.

Поскольку для переработки поступают как чистопородные животные, так и гибриды, отечественной и западной селекции проведена дифференциация свинины в шкале PSE, NOR, DFD в зависимости от породной принадлежности (рис. 3) и

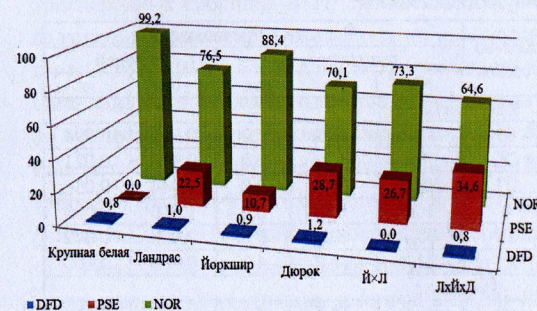


Рисунок 3 – Дифференциация свинины в шкале PSE, NOR, DFD в зависимости от породной принадлежности в 2014 г, %.

страны происхождения животных. На переработку поступают свиньи породы крупная белая отечественной, канадской, ирландской и французской селекции. Мясо с признаками PSE от этих животных получено не было, однако от свиней отечественной селекции получено 0,8% свинины с признаками DFD.

Из 22,5% PSE-свинины полученной от животных породы ландрас 92,9% по-

лучено от животных бельгийской селекции и 7,1% от животных канадской селекции, 1% DFD-свинины получен так же от свиней канадской селекции. От животных этой породы немецкой селекции получено только мясо группы NOR.

Доля PSE-свинины полученной от животных породы йоркшир на 11,8% меньше в сравнении с породой ландрас, при этом 60,2% от общего количества PSE-свинины от этих животных получено от свиней белорусской селекции, а 39,8% от свиней отечественной селекции. Вся DFD-свинина получена от животных белорусской селекции.

Среди чистопородных свиней мясо с признаками PSE наиболее часто встречается у животных породы дюрок — 28,7%, что на 18% и 6,2% больше, чем у пород йоркшир и ландрас соответственно. Установлено, что от общего количества PSE свинины полученной от свиней породы дюрок 81% получен от свиней канадской селекции, а 19% от свиней французской селекции, кроме того 1,2% DFD-свинины получено от свиней канадской селекции.

На переработку поступают гибриды только канадской селекции, они характеризуются большим количеством туш с признаками PSE по сравнению с материнскими и отцовскими породами — 26,7% и 34,6% у гибридов Й-Л и Л-Й-Д соответственно. Это является следствием введения в селекцию стрессовостойчивых животных пород ландрас и дюрок.

Выявленная высокая доля сырья с признаками PSE свидетельствует о генетической предрасположенности убойных животных к его прижизненному формированию. С целью проверки данного предположения проведен скрининг аллелофонда популяций основных пород свиней, разводимых в ведущих животноводческих хозяйствах региона и регионов-поставщиков по генам, ассоциированным с качеством мяса — RYR1 и PRKAG3. Скрининг аллелофонда 23 популяций чистопо-

родных свиней и гибридов, показал существенную вариабельность частот встречаемости аллелей и генотипов по гену устойчивости к стрессам — RYR1 (табл. 2).

Таблица 2 – Распределение аллелей и генотипов по гену RYR1 в исследованных популяциях свиней

Популяция*	Происхождение	Кол-во голов	Частота встречаемости				
			генотипов, %			аллелей	
			NN	Nn	nn	N	n
Крупная белая							
КБ-1	Россия	69	81,2	18,8	0,0	0,906	0,094
КБ-2	Канада	71	95,8	4,2	0,0	0,979	0,021
КБ-3	Россия	27	88,9	11,1	0,0	0,944	0,056
КБ-4	Ирландия	8	100	0,0	0,0	1,000	0,000
КБ-5	Франция	12	91,7	8,3	0,0	0,958	0,042
КБ-6	Россия	25	84,0	12,0	4,0	0,900	0,100
Йоркшир							
Й-1	Россия	49	81,6	14,3	4,1	0,887	0,113
Й-2	Канада	77	94,8	5,2	0,0	0,974	0,026
Й-3	Беларусь	34	85,3	8,8	5,9	0,897	0,103
Й-4	Франция	21	90,4	9,6	0,0	0,952	0,048
Ландрас							
Л-1	Канада	48	91,7	8,3	0,0	0,958	0,042
Л-2	Канада	56	92,8	5,4	1,8	0,955	0,045
Л-3	Бельгия	15	80,0	6,7	13,3	0,833	0,167
Л-4	Германия	6	83,3	16,7	0,0	0,868	0,132
Л-5	Бельгия	19	79,0	10,5	10,5	0,842	0,158
Дюрок							
Д-1	Канада	48	87,5	8,3	4,2	0,917	0,083
Д-2	Канада	56	89,2	5,4	5,4	0,920	0,080
Д-3	Франция	18	83,3	11,1	5,6	0,889	0,111
Д-4	Канада	7	85,7	0,0	14,3	0,857	0,143
Йоркшир×Ландрас							
Й×Л-1	Канада	98	86,7	6,1	7,2	0,898	0,102
Й×Л-2	Канада	58	84,5	8,6	6,9	0,888	0,112
Йоркшир×Ландрас×Дюрок							
Л×Й×Д-1	Канада	130	84,6	7,7	7,7	0,885	0,115
Л×Й×Д-2	Канада	136	86,0	7,4	6,6	0,897	0,103

*расшифровка аббревиатур представлена в табл. 1

В одной из исследованных выборок свиней породы крупная белая (КБ-6, Россия) обнаружен рецессивный гомозиготный генотип nn с частотой встречаемости 4,0%. Среди остальных исследованных популяций свиней породы крупная белая животные с генотипом nn не обнаружены. Животные с генотипом nn обнаружены в двух популяциях йоркширов — Й-1 и Й-3 отечественной и белорусской селекции, с частотой встречаемости 4,1 и 5,9% соответственно. Частота встречаемости генотипа nn у свиней породы ландрас канадской селекции (Л-2) относительно невелика — 1,8%. Свиньи породы ландрас бельгийской селекции из хозяйств ОАО «Бекон» (Л-3) и ОАО «Мясная компания» (Л-5) имеют частоту встречаемости генотипа nn 11,3 и 10,5% соответственно. Наибольшая частота встречаемости генотипа nn характерна для свиней популяции Д-4 (Канада) — 14,3%. В среднем по

породе дюрок, частота встречаемости генотипа nn составляет 5,4%, что выше на 4,9% чем у свиней породы крупная белая и на 3,2 и 1,9% чем у свиней пород йоркшир и ландрас соответственно.

ДНК-диагностика 156 особей двухпородных гибридов Й×Л и 266 особей трехпородных гибридов Л×Й×Д показала, что частота встречаемости рецессивного гомозиготного генотипа nn для этих породосочетаний составляет 7,1%, что выше на 6,6%, 4,9%, 3,6% и 1,7%, чем у чистопородных свиней крупная белая, йоркшир, ландрас и дюрок соответственно. При этом частота встречаемости генотипа nn в популяции гибридов, выращенных в ОАО «Агрофирма «Ливенское мясо», составляет 7,2% для двухпородных гибридов (Й×Л-1) и 7,7% — для трехпородных гибридов (Л×Й×Д-1), что выше на 0,3% и 1,1%, чем у животных, выращенных в условиях ОАО «Озерский свиноплекс» соответственно.

Результаты ДНК-генотипирования по гену RYR1, хорошо согласуются с результатами дифференциации свинины в шкале PSE, NOR, DFD в зависимости от породной принадлежности и страны происхождения животного (рис. 3). Стресс-чувствительный генотип nn во всей исследованной выборке встречается с частотой 4,3%, с разбросом от 0 до 14,3% в зависимости от породы и страны происхождения. Следовательно, хозяйствам-производителям свинины, в частности, в Орловской и Тульской областях, целесообразно вести отбор не только по комплексу фенотипических показателей, но также принимать во внимание результаты генотипирования животных по гену-маркеру RYR1 и учитывать страну происхождения животного.

Скрининг аллелофонда 23 популяций свиней, используемых в промышленном производстве свинины в Орловской и Тульской областях, показал отсутствие мутантного аллеля Q гена PRKAG3, детерминирующего появление сырья с признаками PSE.

Таким образом, результаты скрининга качества свинины в процессе производства и переработки показал, что на переработку в Орловской области поступает значительная доля сырья с признаками PSE. В хозяйствах региона и регионов-поставщиков обнаружены свиньи, имеющие генетическую предрасположенность к стрессам по гену RYR1, что способствовать формированию сырья с признаками PSE.

В четвертой главе на основании изучения влияния температуры в центре продукта на динамику изменения белкового комплекса, потери массы и эссенциальных нутриентов вареных продуктов из NOR и PSE-свинины, на примере «Рулета ростовского» разработаны экспериментальные режимы LT-LT обработки.

Marcotte M. и соавт. (2008) предложили концепцию в соответствии, с которой разработка LT-LT режима базируется на предварительной идентификации минимальных изменений белков модельного продукта, на основании которых устанавливаются оптимальные температурные параметры термообработки. В соответствии с этой концепцией нами было исследовано влияния воздействия температуры в центре продукта от 40 °C до 80 °C с шагом 5 °C на электрофоретический профиль и степень денатурации миофибрилярных белков вареных продуктов из NOR и PSE-свинины на примере «Рулета ростовского».

Анализ электрофореграмм и денситограмм миофибриллярных белков продуктов из NOR- и PSE-свинины, не подвергнутых термообработке, показал, что суммарное количество белковых фракций электрофоретического спектра для модельных изделий из свинины с традиционным ходом автолиза составило 23 фракции, а для изделий из экссудативной свинины — 26 фракций.

Нагрев продукта до температуры в центре 40 °C и 45 °C не влечет изменений суммарного количества компонентов электрофоретического спектра. При 50 °C в продуктах из свинины группы NOR в минорное состояние переходят белковые фракции с молекулярной массой 200 и 100 кДа, а также полностью элиминируют белки с молекулярной массой 150 кДа. В продуктах из PSE-свинины в минорное состояние переходят белки с молекулярной массой 13, 14, 15 и 16 кДа. При 55 °C полностью элиминируют 6 белковых фракций с молекулярной массой от 150 до 70 кДа.

В продукте из свинины группы NOR при температуре 55 °C в центре разрушаются белки с молекулярной массой 200 кДа, а также переходит в минорное состояние белок с молекулярной массой 37 кДа. Повышение температуры до 60 °C в центре приводит к разрушению белковых фракций, расположенных в зонах «легких» и «средних» белков с молекулярной массой 27-30 кДа и 40-60 кДа в модельных продуктах из PSE-свинины. В продуктах из NOR-свинины элиминируют белки с молекулярной массой 28 и 45 кДа. Дальнейшее повышение тепловой нагрузки на продукт приводит к значительным изменениям молекулярно-массового профиля белков — общее количество компонентов электрофоретического спектра при 75 °C в центре продуктов из PSE-свинины составит 5 белковых фракций, а для модельных продуктов из NOR-свинины 9 белковых фракций.

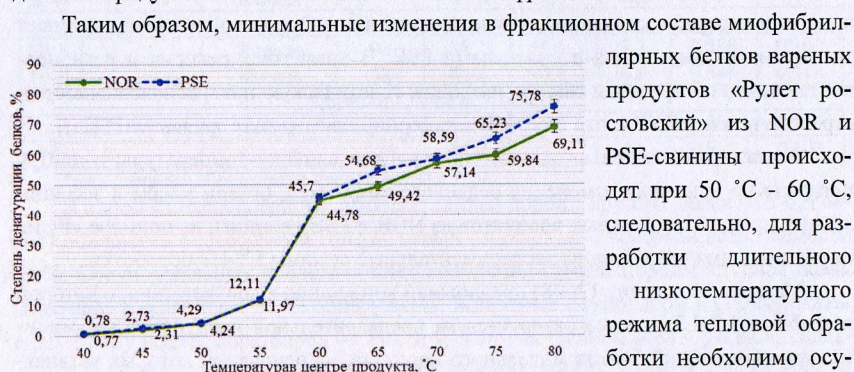


Рисунок 4 – Динамика изменения степени денатурации миофибриллярных белков продуктов из NOR- и PSE-свинины %

миофибриллярные белки имеют в диапазоне температур 40 °C – 55 °C (рис. 4). В этом

температурном диапазоне степень денатурации миофибриллярных белков модельных продуктов из NOR- и PSE-свинины характеризуется некоторой дисперсией, находящейся в пределах ошибки опыта и составляет 0,77% при 40 °C с дальнейшим увеличением в среднем на 11,26% при температуре 55 °C. Дальнейшее увеличение температуры в центре продукта до 60 °C сопровождается резким ростом показателя степени денатурации миофибриллярных белков на 32,81% и 33,59% для изделий из NOR- и PSE-свинины соответственно. При 72 °C в центре продукта из NOR-свинины показатель степени миофибриллярных белков возрастает на 46,44% относительно 55 °C и составляет 58,41%. Аналогичная ситуация наблюдается в продукте из PSE-свинины — при 72 °C в центре степень денатурации возрастает на 49,8% в сравнении с 55 °C и составляет 61,91%. Последующее повышение температуры до 80 °C приводит к линейному увеличению показателя степени денатурации миофибриллярных белков.

Результаты исследования показали, что термопотери массы в температурном диапазоне от 40 °C до 60 °C увеличиваются на 3,6% в продукте из свинины группы NOR и на 6,7% в модельном продукте из PSE-свинины. Дальнейшее повышение тепловой нагрузки на продукт в интервале температур от 60 °C до 72 °C в центре ведет к резкому возрастанию потерь массы. На момент доведения продукта до состояния кулинарной готовности эта величина составляет 7,1% и 19%, что на 3,3% и 11,8% выше относительно термопотерь массы при 60 °C в центре продуктов, изготовленных из NOR и PSE свинины соответственно.

Потери массы продукта в процессе тепловой обработки неразрывно связаны с потерями низкомолекулярных азотистых веществ, сахаров, витаминов, экстрактивных и минеральных веществ. Установлено, что при температуре 50 °C – 60 °C в центре продукта минимизированы термопотери Na, K, P, Ca, Mg, Fe и витаминов B₁, B₂ и PP.

Таким образом, установлено, что в температурном интервале 50 °C – 60 °C наблюдаются минимальные деструктивно-денатурационные изменения белков, минимальные потери массы продукта, витаминов и минералов, что можно использовать для разработки длительного низкотемпературного режима цельнокусковых вареных продуктов из PSE-свинины и получить продукт с качественными характеристиками не хуже чем продукт изготовленный из свинины группы NOR.

В связи с этим были разработаны экспериментальные режимы, отличающиеся степенью жесткости теплового воздействия, с целью выбора наиболее оптимального из них. Режим №1 — прогрев продукта и его экспозиция при 55 °C в центре; режим №2 — прогрев продукта и его экспозиция при 58 °C в центре; режим №3 — прогрев продукта и его экспозиция при 60 °C в центре.

Для обоснования времени продолжительности LT-LT обработки использовали методику, предложенную Reichert J. E. (1986, 1991), Marcotte M. и соавт. (2008), положительно апробированную Vaudagna S. R. и соавт. (2002), Christensen L. и со-

авт. (2010), Salaseviciene A. и соавт. (2014), опубликованную Жариновым А. И.

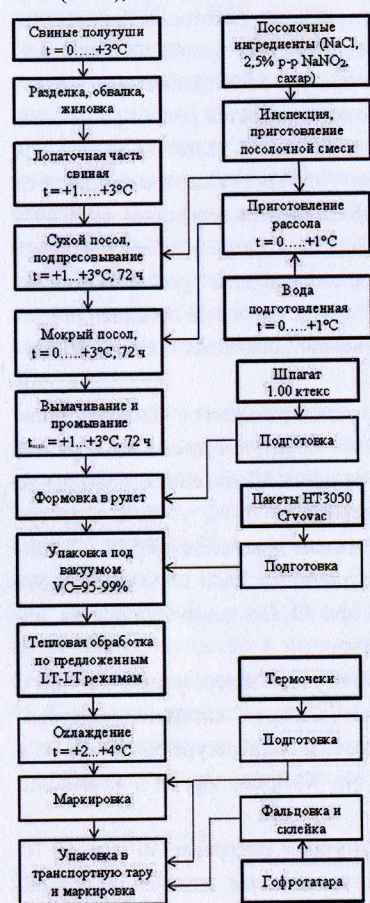


Рисунок 5 – Общая технологическая схема производства «Рулет ростовский» с использованием LT-LT обработки

Таблица 3 – Параметры опытных режимов LT-LT обработки

Вариант LT-LT режима	Температура в центре продукта	Продолжительность экспозиции продукта при заданной температуре в центре	Температура греющей среды
Режим №1	55 °С	585 мин	67 °С
Режим №2	58 °С	390 мин	70 °С
Режим №3	60 °С	234 мин	74 °С
Контроль	72 °С	150 мин	82 °С

С целью подтверждения безопасности предложенных режимов определяли микробиологические показатели сразу после производства и на 20 сутки хранения (табл. 4).

(1997, 2009) заключающуюся в расчете продолжительности тепловой обработки по величине пастеризационного эффекта, характеризующего степень гибели всех типов микроорганизмов, т.ч. *Clostridium botulinum* в течение одной минуты воздействия определенной температуры.

Для обеспечения максимально требуемого эффекта пастеризации продолжительность экспозиции при LT-LT тепловой обработке составит для режима №1: $\tau = 585$ мин; для режима №2: $\tau = 390$ мин; для режима №3: $\tau = 234$ мин.

Температура греющей среды и время прогрева до температуры экспозиции установлена опытным путем. Охлаждение продукта вели в противотоке воды до температуры в толще продукта 0 – 2 °С. Дополнительным технологическим этапом является предварительное вакуумирование продукта с градиентом вакуума 1,5-2,0% в секунду до достижения вакуума глубиной 95 – 99% в термоусадочных пакетах НТ3050 Сгуокас (рис. 5).

В качестве контроля использовали традиционную технологию производства со стандартным режимом тепловой обработки вареных продуктов из свинины: при температуре греющей среды 82 °С продукт варили в течение 150 минут до температуры в его центре 72 °С. Разработаны три опытных режима LT-LT обработки, параметры которых представлены в табл. 3.

Таблица 4 – Показатели КМАФАнМ вареных продуктов из свинины

Сутки хранения	КМАФАнМ, КОЕ/г			
	Изделия из NOR-свинины			
	Нормируемое значение	режим №1	режим №2	режим №3
0	$1 \cdot 10^3$	$3,4 \cdot 10^2$	$2,6 \cdot 10^2$	$2,2 \cdot 10^2$
20		$7,1 \cdot 10^2$	$6,5 \cdot 10^2$	$6,2 \cdot 10^2$
	Изделия из PSE-свинины			
0	$1 \cdot 10^3$	$3,0 \cdot 10^2$	$2,3 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^2$
20		$6,6 \cdot 10^2$	$6,3 \cdot 10^2$	$5,9 \cdot 10^2$

Показатель КМАФАнМ сразу после производства и на 20 сутки хранения остается ниже регламентируемого ТР ТС 034/2013 предела. Колиформы бактерий группы кишечной палочки, сульфитредуцирующие клостридии, золотистый стафилококк и патогенные микроорганизмы обнаружены не были. Поскольку продукт упакован под вакуумом и обрабатывается при низкой положительной температуре, особое внимание уделялось барьерам препятствующим развитию *Clostridium botulinum*, к ним относится: температура сырья в ходе технологического процесса не превышает 3 °С, в качестве посолочных ингредиентов используется NaCl и 2,5% раствор NaNO₂ — концентрация которых исключает развитие *Cl. Botulinum*, готовый продукт охлаждается до температуры 3 °С и хранится при температуре от 0 до 3 °С.

В пятой главе изучены качественные и количественные изменения основных показателей пищевой и биологической ценности продукции, а также технологические, структурно-механические и органолептические характеристики вареных продуктов из свинины, выработанных по опытным LT-LT режимам обработки.

Исследование химического состава опытных и контрольных образцов вареных продуктов из NOR и PSE-свинины показало небольшую дисперсию показателей содержания жира и общей золы, что можно объяснить неоднородностью химического состава исходного сырья.

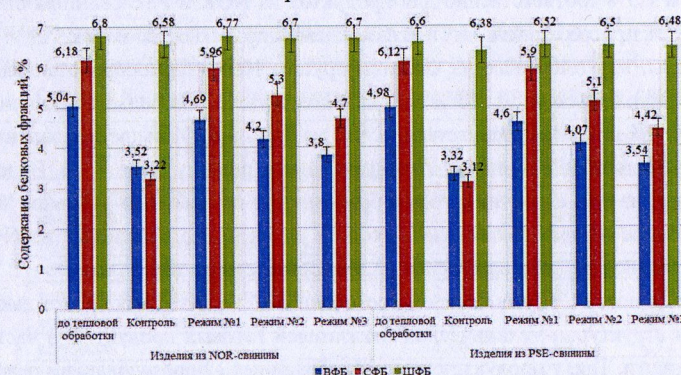


Рисунок 6 – Фракционный состав белка вареных продуктов из свинины, %.

Анализ фракционного состава белка (рис. 6) показывает устойчивое снижение водорастворимой белковой фракции с переходом от режима LT-LT тепловой обработки №1 к режиму №3. При тепловой обработке по режиму №1 убыль ВФБ составила 6,9% и 7,6%, по режиму №2 — 16,7% и 18,3%, по режиму №3 — 24,6% и 28,9% соответственно для изделий из NOR и PSE-свинины относительно исходного содержания фракции до тепловой обработки. Наибольшие деструктивные изменения ВФБ характерны для продуктов, термообработанных с использованием контрольного режима — 30,2% в изделиях из NOR-свинины и 33,3% в изделиях из PSE-свинины.

Убыль солерастворимой белковой фракции при тепловой обработке по режиму №1 составила 3,7% и 3,6%, по режиму №2 — 14,2% и 16,7%, по режиму №3 — 23,9% и 27,8% соответственно для изделий из NOR и PSE-свинины относительно исходного содержания СФБ в продукте до тепловой обработки. Тепловая обработка с использованием контрольного режима привела к значительной убыли СФБ — 47,9% в продуктах из свинины группы NOR и 49,0% — в продуктах из PSE-свинины.

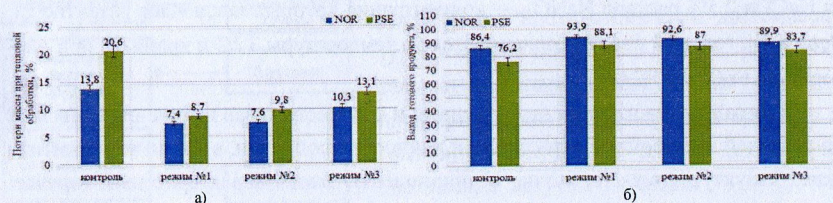


Рисунок 7 – Потери массы при тепловой обработке (а) и выход (б) продуктов, %.

Установлено, что продукты, термообработанные по опытным режимам тепловой обработки, имеют меньшие потери массы. Так, для режима №1 этот показатель меньше на 6,4% и 11,9%, для режима №2 — на 6,2% и 10,8%, для режима №3 — на 3,5% и 7,5% соответственно для продуктов из NOR и PSE-свинины относительно продуктов, термообработанных с использованием контрольного режима (рис. 7 а).

Продукты, изготовленные из свинины группы NOR, термообработанные по экспериментальным режимам №1 и №2, характеризуются наибольшей величиной выхода — 93,9% и 92,6% соответственно, что на 7,5% и 6,2% выше в сравнении с продуктами, термообработанными по контрольному режиму (рис. 7, б). Изделия изготовленные из PSE-свинины и термообработанные по опытным режимам №1 и №2 имеют более низкие показатели выхода в сравнении с изделиями из NOR-свинины, но выше контроля на 11,9% и 10,8% соответственно.

Меньшие потери массы в процессе тепловой обработки сопровождаются улучшением структурно-механических показателей готовых продуктов, в частности пластичности. Так, у продуктов термообработанных с использованием режима №1 показатель пластичности выше на 14% и 13,8%, а у продуктов термообработанных по режиму №2 на 10,4% и 9,9% соответственно для изделий из NOR и

PSE-свинины в сравнении с контролем. Следовательно, эти продукты характеризуются ярко выраженной эластичной структурой и более устойчивы при нарезке.

Результаты исследований аминокислотного состава изделий из NOR-свинины показали, что сумма незаменимых аминокислот (НАК) уменьшалась с увеличением жесткости режима LT-LT тепловой обработки. Так, наибольшая сумма НАК характерна для LT-LT режима №1 — 8,394 г/100 г продукта. Сумма НАК в продукте термообработанном по режиму №2 составляет 8,209 г/100 г продукта. Наибольшая убыль суммы НАК — 14,8% наблюдается при тепловой обработке по режиму №3. Тенденция к убыли с увеличением жесткости режима LT-LT тепловой обработки наблюдается у заменимых аминокислот (ЗАК). Убыль суммы ЗАК при тепловой обработке по режиму №1 составила 17,5%, по режиму №2 — 18,5%, по режиму №3 — 20,3% относительно исходного содержания аминокислот до тепловой обработки.

В продуктах из PSE-свинины термообработанных с использованием экспериментальных режимов наблюдается аналогичная тенденция к снижению суммы НАК от более мягкого к более жесткому режиму LT-LT тепловой обработки. Так, для продуктов из PSE-свинины термообработанных по режиму №1 убыль суммы НАК составила 11%, по режиму №2 — 13,8%, по режиму №3 — 14,8% относительно исходного содержания аминокислот до тепловой обработки. Наибольшую сумму ЗАК имеют продукты термообработанные с использованием режима №1 — 10,601 г/100 г продукта и режима №2 — 10,467 г/100 г продукта. Это на 17,5% и 18,6% меньше относительно исходного содержания аминокислот до тепловой обработки и на 5,7% и 4,4% выше, чем в продукте по контрольному режиму. Наибольшая убыль суммы ЗАК характерна для режима №3 — 20,4%.

Продукты из NOR-свинины, подвергнутые тепловой обработке по экспериментальным LT-LT режимам №1 и №2 характеризуются более высокими показателями и критериями биологической ценности в сравнении с продуктами термообработанными по режиму №3 и контрольному режиму тепловой обработки (табл. 5). Расчетные показатели биологической ценности вареных продуктов из PSE-свинины не имеют достоверных различий с продуктами, изготовленными из свинины группы NOR.

Таблица 5 – Биологическая ценность вареных продуктов из свинины

Исследуемый продукт		Исследуемый показатель			
		КРАС, %	БЦ, %	U, дол. ед.	G, г
Изделия из NOR-свинины	до тепловой обработки	42,33	57,67	0,60	12,11
	контроль	37,95	62,05	0,78	7,96
	тепловая обработка по режиму №1	38,52	61,48	0,74	8,31
	тепловая обработка по режиму №2	40,37	59,63	0,67	9,15
	тепловая обработка по режиму №3	42,33	57,67	0,60	12,11
Изделия из PSE-свинины	до тепловой обработки	42,62	57,38	0,57	11,92
	контроль	38,16	61,84	0,72	8,12
	тепловая обработка по режиму №1	38,89	61,11	0,78	8,98
	тепловая обработка по режиму №2	40,94	59,06	0,65	9,56
	тепловая обработка по режиму №3	42,62	57,38	0,57	11,92

Минеральный состав вареных продуктов, произведенных по экспериментальным режимам LT–LT обработки, представлен на рис. 8. Результаты исследования минерального состава вареных продуктов из свинины показали, что содержание минеральных веществ уменьшается от наиболее мягкого LT-LT режима №1 к более жесткому LT-LT режиму №3 в зависи-

мости от качественной группы сырья.

Анализ данных рис. 9 показал, что наибольшие потери витаминов наблюдаются при тепловой обработке по экспериментальному LT-LT режиму №3. Сравнительно меньшие потери наблюдаются при тепловой обработке по LT-LT режиму №2 и №1.

Величина остаточной активности кислой фосфатазы составила для продуктов термообработанных по режиму №1 – 0,0071% и 0,0067%, по режиму №2 – 0,0057% и 0,0055%, по режиму №3 – 0,0045% и 0,0043%,

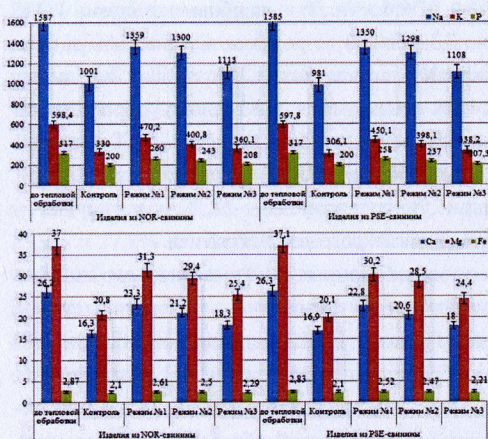


Рисунок 8 – Минеральный состав вареных продуктов из свинины, мг/100г.

соответственно для продуктов из NOR и PSE-свинины. Следовательно, продукты термообработанные по режимам №2 и №3 относятся группе вареных, а по режиму №1 – нет. Кислотное число жира продуктов из NOR-свинины, термообработанных по режиму №1, №2 и №3, возросло на 2,2%, 4,5% и 9,8% соответственно, против 15,8% у продуктов, термообработанных по контрольному режиму. Аналогичная тенденция

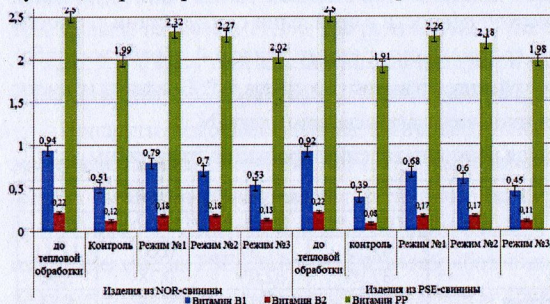


Рисунок 9 – Содержание витаминов в вареных продуктах из свинины, мг/100г.

и №2 наблюдается минимальное увеличение содержания ААА. Так, прирост содержания ААА составил: по режиму №1 – 1,6% и 2,1%, по режиму №2 – 2,2% и 3,4%, по режиму №3 – 7,3% и 8,4%, по контрольному режиму – 13,2% и 14,2% соответственно для продуктов из NOR и PSE-свинины.

Результаты органолептических исследований (рис. 10) показали, что максимальные вкусовые и сенсорные характеристики независимо от сроков хранения имеют продукты из NOR и PSE-свинины, термообработанные с использованием LT-LT режимов №2 и №3.

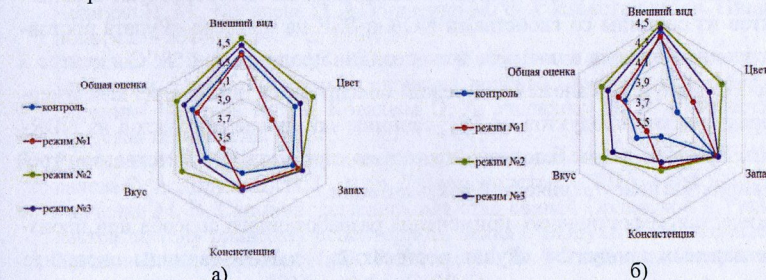


Рисунок 11 – Профилограммы органолептической оценки вареных продуктов из NOR (а) и PSE-свинины (б).

Таким образом, комплексный анализ полученных сведений о пищевой и биологической ценности, физико-химических, структурно-механических и технологических свойствах, а также сенсорных характеристиках и показателях безопасности вареных продуктов из NOR и PSE-свинины, произведенных с использованием экспериментальных режимов LT–LT обработки, свидетельствует о целесообразности использования LT–LT режима №2.

В шестой главе установлено, что экономический эффект от применения LT-LT тепловой обработки при производстве вареных продуктов из NOR-свинины составил 8,84 тыс. руб. на 1 тонну готовой продукции, при производстве вареных продуктов из PSE-свинины – 15,36 тыс. руб. на 1 тонну готовой продукции (в ценах на I полугодие 2015 года) за счет увеличения выхода готового продукта в сравнении с традиционной тепловой обработкой.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена высокая доля PSE-свинины – 33,3%, в среднем за исследованный период. Выявлено, что наибольшее количество свинины с пороками качества приходится на летние и зимние месяцы. Показано влияние породы и страны происхождения животного на формирование свинины с признаками PSE и DFD.
2. Установлен популяционно-зависимый характер распределения генотипов локуса RYR1 у чистопородных и помесных свиней различного происхождения локализованных в хозяйствах Орловской и Тульской областей. Выявлена значительная встречаемость стрессчувствительного генотипа у свиней западной селекции: йоркшир белорусской селекции – 5,9%, ландрас бельгийской селекции – 13,3%, дюрок канадской селекции – 14,3%, йоркшир×ландрас канадской селекции – 7,2%, йоркшир×ландрас×дюрок канадской селекции – 7,7%.
3. Выявлено, что минимальная степень денатурации и минимальная элиминация белковых компонентов электрофоретического спектра миофибриллярных бел-

ков наблюдается в температурном диапазоне 50 °С – 60 °С. Полученные результаты коррелируют с изменением показателей потерь массы и термопотерь Na, K, P, Ca, Mg, Fe B₁, B₂ и PP.

4. Экспериментально обоснован оптимальный режим LT–LT обработки вареных продуктов из свинины со свойствами NOR и PSE на примере «Рулета ростовского», заключающийся в прогреве и экспозиции продукта при 58 °С в центре в течение 390 минут. Предложенный режим обеспечивает повышение качественных характеристик продуктов из PSE-свинины до уровня продуктов из NOR-свинины. По показателям безопасности готовые продукты соответствовали требованиям нормативно-технической документации.
5. Экономическая эффективность применения разработанного способа при производстве вареных продуктов «Рулет ростовский» из NOR-свинины составила 8,84 тыс. руб. на 1 тонну, при производстве вареных продуктов из PSE-свинины — 15,36 тыс. руб. на 1 тонну (в ценах на I полугодие 2015 года) за счет за счет увеличения выхода готового продукта в сравнении с традиционной тепловой обработкой.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Свиноводческим и мясоперерабатывающим предприятиям, в летний и зимний период, рекомендуем интенсифицировать мероприятия направленные на снижение возбудимости свиней.
2. Свиноводческим предприятиям, при приобретении племенного материала за рубежом, рекомендуем проводить обязательный входной контроль на основе применения методов ДНК-диагностики для выявления стрессустойчивых животных с генотипом NN по гену RYR1.
3. Мясоперерабатывающим предприятиям, при производстве вареных продуктов из свинины различных групп качества, рекомендуем использовать предложенный режим длительной низкотемпературной тепловой обработки, с целью улучшения качественных показателей готового продукта.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Радченко М. В. Изучение объемов PSE- и DFD-свинины, поступающей на мясоперерабатывающие предприятия Орловской области / Чернуха И. М., Шалимова О. А., Радченко М. В., Макеева Ю. С., Селеменов Г. Г. // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2013. – №1 (18) С. 24-30.
2. Радченко М. В. Трансформация миофибриллярных и саркоплазматических белков PSE-свинины в процессе варки / Чернуха И. М. Шалимова О. А., Радченко М. В. // Мясная индустрия. – 2013 – №5. С. 24-27.
3. Радченко М. В. К вопросу о качестве мясного сырья и мясoproductов, производимых в Орловской области / Шалимова О. А., Козлова Т. А., Радченко М. В. // Товаровед продовольственных товаров. – 2013. – №4. С. 20-25.
4. Радченко М. В. Полиморфизм ДНК-маркеров, ассоциированных с качеством мяса у свиней трехпородного скрещивания / Чернуха И. М., Шалимова О. А., Крюков В. И., Друшляк Н. Г., Радченко М. В. // Все о мясе. – 2013. – №2 – С. 30-33.

5. Радченко М. В. Применение LT-режима тепловой обработки вареных ветчинных изделий из NOR- и PSE-свинины / Чернуха И.М. Ковалева О.А., Яркина М.В., Радченко М. В. // Пищевая промышленность. – 2013. – №11. – С. 30-32.
6. Радченко М. В. Оценка биологической ценности вареных продуктов из NOR- и PSE-свинины, произведенных с применением LT-LT тепловой обработки / Чернуха И. М., Ковалева О. А. Радченко М. В. // Известия вузов. Пищевая технология. – 2014. – №4. – С. 116-120.
7. Радченко М. В. Влияние LT-LT тепловой обработки на технологические характеристики и потребительские свойства вареных продуктов из NOR- и PSE-свинины/ Чернуха И. М., Ковалева О. А. Радченко М. В. // Известия вузов. Пищевая технология. – 2015. – №2-3. – С. 30-33.
8. Радченко М. В. Возможности маркерной селекции свиней / Чернуха И. М., Ковалева О. А., Друшляк Н. Г., и др. // Свиноводство. – 2015. – №4. – 14-22с.
9. Радченко М. В. Скрининг аллелофонда стад свиней Орловской и Тульской областей по гену рианодин-рецепторного белка / Чернуха И. М., Ковалева О. А., Крюков В. И., Друшляк Н. Г., Радченко М. В. // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2015. – №4. – С. 29-41.

Патенты РФ

10. Способ экстракции и разделения саркоплазматических и миофибриллярных белков мяса на фракции методом одномерного электрофореза в полиакриламидном геле: пат. 2524546 Рос. Федерация: МПК A23 J1 02 / Чернуха И. М., Шалимова О. А., Радченко М. В., Здравова Е. М.; заявитель и патентообладатель гос. образ. учрежд. выпш. проф. образ. Орловский государственный аграрный университет; заявл. 12.02.2013; опубл. 27.07.2014.
11. Способ производства вареных продуктов из свинины: пат. 2570322 Рос. Федерация: МПК A23 L1 1/31 (2006.01) /Ковалева О.А., Чернуха И. М., Радченко М. В., Яркина М. В.; заявитель и патентообладатель гос. образ. учрежд. выпш. проф. образ. Орловский государственный аграрный университет; заявл. 30.09.2014;опубл. 10.12.15.

Статьи в журналах и материалах конференций

12. Радченко М. В. Использование электрофореза в полиакриламидном геле для исследования протеомных изменений мясного сырья / Радченко М. В., Шалимова О. А. // Биотехнологические системы в производстве пищевого сырья и продуктов: инновационный потенциал и перспективы развития сборник материалов международной научно-технической конференции. – Воронеж: ВГУИТ, 2011. – 521-524 с.
13. Radchenko M. The change of total protein fraction of muscle tissue of pork with bio- and physico-chemical specific in the process of cooking at different temperatures / M. Radchenko, O. Shalimova // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. – V. 3 (3). – 2012. – P. 16-19.
14. Радченко, М. В. Исследование суммарной белковой фракции PSE-свинины при щадящих режимах варки / Радченко М. В, Борисов С. Ю., Шалимова О. А.// Инновационные фундаментальные и прикладные исследования в области химии сельскохозяйственному производству: материалы V международной заочной научно-практической интернет-конференции (Орел, 2 апреля, 2012г): Орел: Издательство Орел ГАУ, 2012 г – 283-286 с.
15. Радченко М. В. Предварительные результаты мониторинга PSE и DFD свинины поступающей на промышленную переработку в Орловской области / Радченко М. В., Борисов С. Ю., Шалимова О. // Пути интенсификации производства и переработки сельскохозяйственной продукции в современных условиях: мат. междуна. науч.-практ. конф., (28-29 июня 2012 г.) – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ. 2012г – 141-143 с.

16. Радченко М. В. Влияние тепловой обработки на изменение молекулярно-массового распределения миофибриллярных белков PSE-свинины / Радченко М. В., Шалимова О. // Кузбасс: образование, наука, инновации: мат. инновационного конвента Том 1. (Кемерово, 6-7 декабря 2012 г) – Кемерово: КемТИПП, 2012г. – 217-219 с.
17. Радченко М. В. Влияние термической обработки на полипептидный состав мышечной ткани PSE-свинины / Радченко М. В., Шалимова О. // Мясная промышленность – приоритеты развития и функционирования: мат. XV международной научно-практической конференции посвященной памяти В. М. Горбатова и столетию со дня его рождения (Москва, 13 декабря 2012) – М.: Изд-во ГНУ ВНИИМП им. В. М. Горбатова, 2012г – 189-193с.
18. Радченко М. В. Электрофоретические исследования изменений полипептидного состава мышечной ткани эксудативной свинины под влиянием промышленного режима варки / Радченко М. В. // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: материалы всероссийской научно-практической конференции (Пенза, 25-26 октября 2012г.) – Пенза: РИОПГСХА, 2012. – 93-95с.
19. Радченко М. В. Адаптация метода SDS-PAGE электрофореза для идентификации изменений белков мышечной ткани свинины под воздействием технологических факторов / Радченко М. В., Шалимова О. // Живые системы и биологическая безопасность населения: материалы 10-й всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Москва, 22-23 ноября 2012г) – М.: МГУПП, 2012 – 15-17 с.
20. Радченко М. В. Исследование степени деструкции полипептидов в процессе варки эксудативной свинины / Радченко М. В., Шалимова О. // Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты: материалы 10-ой юбилейной научно-практической конференции с международным участием (Москва, 27-28 ноября 2012г.) – М.: МГУПП, 2012 – 220-223 с.
21. Радченко М. В. Полиморфизм гена рианодинового рецептора у свиней трехпородного скрещивания / Шалимова О. А., Крюков В. И., Радченко М. В. // Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии: материалы 13-ой международной молодежной научной конференции (Москва, 10 апреля 2013) – М.: ВНИИСХБ, 2013 – 22-23 с.
22. Радченко М. В. Влияние промышленных режимов термообработки на степень денатурации белков вареных ветчинных мясопродуктов из PSE-свинины / Радченко М. В. // Пищевые инновации и биотехнологии: сборник материалов конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Кемерово, 2013) – Кемерово: КемТИПП, 2013. С. 503-507 с.
23. Радченко М. В. Идентификация генов продуктивности свиней / Лисицова С. А., Чернуха И. М., Шалимова О. А., Радченко М. В. // Научный вклад молодых ученых в развитие пищевой и перерабатывающей промышленности АПК: сборник трудов 7-й всероссийской НПК молодых ученых и специалистов институтов Отделения хранения и переработки с/х продукции РАСХН – М.: Интеллект – Центр, 2013. С. 239-243.
24. Радченко М. В. Мониторинг свинины с пороками в Орловской области / Ковалева О. А., Радченко М. В. // Мясные технологии – 2014. – № 7 (139). – С. 26-29.
25. Radchenco M. Effects of low temperature – long time (LT-LT) treatments on microbiological safety and losses of vitamins and minerals of cooked ham / Chernukha I., Kovaleva O., Radchenco M. // Hygiene a technologie potravin XLIV. Lenfeldovy a Höklovy dny Brno: sborník přednášek a posterů (Czech Republic, Brno, 2014) – Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. P. 30-33.

Автор выражает искреннюю благодарность д.т.н., профессору, чл.-корр. РАН, главному научному сотруднику ВНИИМП им. В. М. Горбатова Чернухе И. М. за предоставленные научные консультации и методическую помощь при подготовке диссертации.

Подписано к печати:
29.12.2016

Формат: 60×84 ¹/₁₆
Объем: 1,5 п. л.

ФГБНУ «ВНИРО»
Копировально-множительное бюро
107140, г. Москва,
ул. В.Красносельская, 17

Заказ № 1186
Тираж: 100