На правах рукописи

НАСОНОВА ВИКТОРИЯ ВИКТОРОВНА

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ МОДЕЛИ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ, ПОЛУЧАЕМОГО ОТ ИНТЕНСИВНО РАСТУЩИХ СВИНЕЙ

Специальность 05.18.04 - технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Москва–2022

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» Российской академии наук

Научный консультант: Доктор технических наук, профессор
Семенова Анастасия Артуровна

Официальные оппоненты: **Гущин Виктор Владимирович** - член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности (ВНИИПП) – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук, научный руководитель

Грикшас Стяпас Антанович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кафедра «Технология хранения и переработки продуктов животноводства», и.о. заведующего

Кременевская Марианна Игоревна - доктор технических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, доцент

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления»

Защита состоится «23» августа_ 2022 г. в часов на заседании диссертационного совета Д 006.021.02 при ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН по адресу: 109316, Москва, ул. Талалихина, д. 26.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте *www.vniimp.ru* ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

Автореферат разослан «___» _____ 2022 г.

Ученый секретарь Диссертационного совета,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник Захаров А.Н.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. С учетом перспектив роста численности населения к 2050 году мировое производство мяса должно увеличиться на 200 млн т, что в общей сложности составит 470 млн т в год. Это потребует значительного увеличения сельскохозяйственных территорий и вовлечение в производственный процесс дополнительных ресурсов. Вместе с тем, уже сегодня ООН отмечает значительные потери пищевого белка и обращает внимание на необходимость рационального использования всех белковых ресурсов, получаемых при убое животных.

Увеличение производства мяса приводит к закономерному росту объемов образования побочных продуктов убоя, включая субпродуктов, которые далеко не всегда находят спрос у населения. На потребление субпродуктов человеком, вопреки существующим положительным взглядам на их пищевые свойства, часто влияют традиционные и/или религиозные взгляды, не позволяющие населению воспринимать субпродукты как адекватную замену мяса. Это приводит к тому, что значительные объемы субпродуктов пищевого качества в лучшем случае попадают на переработку в непищевые отрасли – производство кормов для непродуктивных животных, лекарственных и косметических препаратов, клея и прочей продукции. Вместе с тем, расширение пищевого применения всех продуктов убоя будет способствовать сразу нескольким целям устойчивого развития, в том числе ликвидации голода в мире, поддержанию здоровья и благополучия населения, ответственному производству и потреблению, сохранению экосистем суши. Увеличение потребления пищевых продуктов убоя позволит, без ущерба для удовлетворения потребности населения мира в животном белке, снизить темпы роста поголовья скота и обеспечить устойчивое развитие предприятий мясной промышленности за счет увеличения их валового дохода. В потребление человеком в пищу могут быть вовлечены практически все виды побочных продуктов пищевого качества. Для этого нужны инновационные процессы и подходы, позволяющие создать новые продукты с высокой добавленной стоимостью.

Свинина по объемам производства и потребления занимает первое место в мире среди других видов мяса. В этой связи, исследования, направленные на развитие подходов, обеспечивающих комплексное использование всего пищевого сырья, получаемого от современного свиноводства, за счет создания нового ассортимента готовой продукции, являются актуальными и социально значимыми.

Степень разработанности темы. Созданию технологий, позволяющих повысить эффективность и глубину переработки продуктов убоя, в частности, субпродуктов, а также разработке рациональных подходов по их применению при производстве мясной продукции посвящены труды многих российских и зарубежных ученых - Р.М. Салаватулиной, И.А. Рогова, А.Б. Лисицына, И.М. Чернухи, Л.С. Кудряшова, А.А. Семеновой, C. Álvarez, F. Toldrá и др. Результаты их исследований легли в основу технологий переработки мяса и субпродуктов, оценки их качества и выбора направления применения. Учитывая существенные изменения, произошедшие в свиноводстве и в мясной промышленности за последние десятилетия - от изменения пород свиней до полного переоснащения предприятий, назрела необходимость проведения нового этапа комплексных исследований, включающих современный анализ объемов получения и эффективности использования всех продуктов убоя.

Цель и задачи исследования.

Целью работы являлась разработка научных основ формирования современной модели комплексного использования пищевого сырья, получаемого от интенсивно растущих свиней, включая технологические решения, направленные на увеличение выпуска пищевой продукции с добавленной стоимостью.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи:

- собрать и проанализировать современные данные по образованию продуктов убоя гибридного поголовья свиней, в том числе по соотношению пищевого и непищевого сырья;

- провести анализ основных направлений использования свиных субпродуктов, получаемых на промышленных предприятиях, с учетом проблем их качества и безопасности, приводящих к сокращению их применения на пищевые цели;

- изучить микробиологические риски выявления субпродуктов, контаминированных условно патогенными и патогенными микроорганизмами, возбудителями пищевых инфекций;

- разработать научную концепцию повышения объемов субпродуктов, используемых на пищевые цели;

- получить новые научные знания об органолептических, химических и функционально-технологических характеристиках субпродуктов и изучить качество современного мясного сырья с целью создания продуктов с добавленной стоимостью;

- разработать методологию оценки качества свинины на основе микроструктурных исследований;

- разработать частные технологии мясной продукции, предусматривающие комплексное использование пищевого сырья, получаемого в результате убоя и переработки современного поголовья интенсивно растущих свиней;

- оценить возможное повышение добавленной стоимости субпродуктов в результате применения разработанных технологий.

Отдельные этапы диссертационной работы выполнены в рамках:

– государственного задания ФГБНУ «ВНИИМП им. В. М. Горбатова», темы: № 002.02 «Изучить влияние биомодификации побочных продуктов убоя, включая малоценные субпродукты, на их пищевую ценность и функционально-технологические характеристики (2012-2014 гг.); № 010.04 «Разработать научно-методические подходы к изучению окисления белков мяса и мясной продукции и обосновать способы снижения окисления белков мяса при различных условиях технологической обработки и хранения» (2016-2019 гг.); № 001.05 «Изучить механизмы формирования качественных показателей мясного сырья от сельскохозяйственных животных различных пород и породосочетаний, условий выращивания и содержания на различных стадиях автолиза и оценить их влияние на формирование качества готовой мясной продукции» (2016-2018 гг.); № 009.01 «Установить закономерности влияние соотношения различных газов на физико-химические и микробиологические показатели при хранении мясной продукции, подверженной микробиологическим и окислительным процессам» (2015-2017 гг.); № 011.02 «Изучить влияние способов и режимов щадящего теплового воздействия на физико-химические и биохимические изменения коллагенсодержащего мясного сырья, упакованного под вакуумом, с целью создания технологии мясной продукции длительных сроков годности» (2019-2021 гг.);

– гранта Российского научного фонда № 19-16-00068 «Изучение влияния алиментарных факторов на обмен веществ, убойные характеристики и риски развития миопатии у свиней» (2019-2021 гг.);

- гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-15-2020-775 «Фундаментальные исследования перемещений патогенных микроорганизмов и вирусов в пищевых системах и создание инновационных средств их предотвращения с использованием антимикробных материалов и физических методов воздействий на биологические объекты» (2020-2022 гг.).

<u>Научная новизна исследования.</u>

Сформулирована научная концепция повышения объемов продуктов убоя, получаемых от современного свиноводства и направляемых на пищевые цели, базирующая на оценке их безопасности и качества и применении технологий готовых продуктов с добавленной стоимостью.

Получены новые знания об объемах образования всех пищевых продуктов убоя современного поголовья интенсивно растущих гибридных свиней, о микробиологических рисках, связанных с перемещением патогенов с продуктами убоя, о закономерностях изменения органолептических, химических, функционально-технологических показателей качества субпродуктов, в том числе в процессе хранения и при переработке.

Исследовано влияние миопатии свиней на микроструктуру и качество получаемого мяса. С использованием гистологического метода исследований установлены объективные критерии оценки качества свинины в парном виде.

Впервые изучены показатели качества и пищевой ценности свиных семенников в зависимости от их массы, научно-обоснована и подтверждена результатами экспериментальных исследований целесообразность их использования в качестве рецептурного ингредиента при производстве мясной продукции.

Теоретическая и практическая значимость.

Разработана концептуальная схема образования и переработки продуктов убоя свиней, обеспечивающая создание пищевых продуктов с добавленной стоимостью.

На основе проведенных исследований разработаны и утверждены «Методические рекомендации по определению свежести субпродуктов» (Семенова А.А., Кузнецова Т.Г., Насонова В.В, 2021) и «Методические рекомендации по оценке качества мясного сырья» (Семенова А.А., Насонова В.В, Кузнецова Т.Г., Некрасов Р.В., 2021), которые используются в научно-практической деятельности ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН и ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста».

Установлен риск переноса возбудителей пищевых инфекций при реализации субпродуктов в непереработанном виде. Идентифицированы бактерии родов *Enterobacter* spp, *Escherichia* spp, *Ewingella* spp, *Macrococcus* spp и *Pseudomonas* spp, контаминация которыми происходит в парном состоянии.

Определены направления использования пищевых субпродуктов и мясного сырья, с учетом объема их получения от свиней с живой массой 120±5 кг. Разработаны новые рецептуры ливерных колбас, кровяных колбас, паштетов, которые вошли в межгосударственные и национальные стандарты: ГОСТ Р 54646 «Ливерные колбасы. Технические условия», ГОСТ Р 55334 «Паштеты мясные и мясосодержащие. Технические условия» и ГОСТ Р 54670 «Колбасы кровяные. Технические условия».

Обоснован и проведен выбор соотношения различных пищевых субпродуктов с учетом их органолептических и функционально-технологических свойств, результаты исследования которых были использованы при разработке нормативных документов: ТУ 9212-065-00419779-14 «Блоки из субпродуктов замороженные»; ТУ 9212-069-00419779-14 «Колбасы полукопченые с субпродуктами»; ТУ 9212-070-00419779-14 «Изделия колбасные вареные с субпродуктами». Разработанные технологические решения были внедрены на ООО "Экопрод", АО «Йошкар-Олинский мясокомбинат», ООО «Снежана+Д» и др.

Разработана и внедрена в учебный процесс учебная литература: «Вопросы цветообразования мясопродуктов. Современные технологические решения» (ISBN 978-5-901768-25-9); «Определение свежести мяса» (ISBN 978-5-901768-35-8); «Мясная продукция. Технология, качество и потребительская оценка» (ISBN 978-5-6042712-6-1).

Научные положения и материалы исследований использованы в программах лекционных и практических занятий при обучении на базовой кафедре «Технологии мясных продуктов» Мега-факультета технологий пищевых продуктов и технологического менеджмента ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», в дипломных работах бакалавров и магистров Аграрно-технологического Института РУДН и ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им.

К.Г. Разумовского», а также в программах семинаров, организованных на базе ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН для специалистов отрасли.

Методология и методы исследований построены на последовательном выполнении следующих этапов: формулирование проблемы, темы, цели исследования; анализ научно-технической и патентной литературы по теме работы; постановка рабочей гипотезы и определение задач исследования; разработка научной концепции для апробации выдвинутой гипотезы; проведение исследований с применением общепринятых стандартизованных и оригинальных методов анализа для оценки качества и безопасности мясного сырья, субпродуктов, готовой мясной продукции; статистическая обработка полученных результатов; оценка возможных научных подходов и поиск их практической реализации; разработка и апробация частных технологических решений.

Научные положения, выносимые на защиту:

- научное обоснование критериев оценки качества пищевого сырья, получаемого от современного поголовья интенсивно растущих гибридных свиней;
- новые научные знания об изменениях органолептических характеристик, химического состава, функционально-технологических свойств мясного сырья и пищевых продуктов убоя при производстве и в процессе хранения;
- теоретическое и экспериментальное обоснование расширения номенклатуры пищевых продуктов убоя, получаемых в процессе первичной переработки свиней;
- концептуальный подход к обеспечению комплексной переработки всех пищевых ресурсов, получаемых от современного свиноводства.

Достоверность полученных результатов исследования определяется профессиональным использованием теоретических и экспериментальных средств и современных методов исследования, объемами сбора первичной информации на промышленных предприятиях, повторяемостью проведенных экспериментов и статистической обработкой полученных результатов. Выносимые научные положения подтверждены глубокой проработкой источников научно-технической литературы по теме работы.

Личный вклад автора. Диссертационная работа выполнена автором самостоятельно и является результатом его многолетних научных исследований. Автором была сформулирована проблема, определены цель и задачи исследований, выбраны объекты исследования и методы для их изучения. Автор принимал непосредственное участие на всех этапах исследований, проводимых в рамках поставленных задач. Материалы диссертации проанализированы и обобщены лично автором.

Апробация работы. Результаты исследования доложены и отмечены на: 11-ой выставке «Молочная и мясная индустрия», Москва, 2013; XV Российской агропромышленной выставке «Золотая осень», Москва, 2013; 1-я Научно-практической конференции с международным участием «Передовые пищевые технологии: состояние, тренды, точки роста», Москва, 2018; Международной научно-практической конференции «Пищевые ингредиенты России 2019», Санкт-Петербург, 2019; региональном форуме «Свиноводство», Белгород, 2019; Ежегодной конференции Американского и Канадского обществ наук о животных (The 2020 ASAS-CSAS-WSASAS Annual Meeting, 2020); XXIX Международной конференции «Новые технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии» Республика Крым, Ялта-Гурзуф, 2021; Международной научной онлайн-конференции «Направленная трансформация продовольственного сырья при производстве продуктов питания, пищевых и биологически активных добавок, обеспечение контроля качества и безопасности», 14-15 апреля 2022 года, Краснодар.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 93 печатных работы, из них 1 монография, 7 публикаций в изданиях, индексируемых международными базами

данных Scopus и Web of Science (одна из которых в Q1), 87 – в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Одобрена заявка (2021123212) и получен патент (RU 2770804 C1). С участием автора изданы 3 учебных пособия и 1 энциклопедический словарь.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа оформлена в виде монографии на русском языке, состоящей из введения, обзора литературы, описания объектов и методов исследования, изложения полученных результатов и их обсуждения, выводов, списка цитируемой литературы из 327 наименований и 16 приложений. Основное содержание работы изложено на 306 страницах, включает 74 рисунка и содержит 38 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** изложены актуальность работы в настоящий момент развития науки и технологии, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, сформулированы положения, выносимые на защиту.

ГЛАВА 1. Анализ состояния проблемы

Обобщены и проанализированы исследования отечественных и зарубежных ученых по теме работы: рассмотрены технологические аспекты, характерные для интенсивно растущих свиней; определены показатели качества получаемого пищевого сырья; проанализированы существующие микробиологические риски при обращении продуктов убоя свиней; рассмотрены потенциальные и практические возможности реализации продуктов убоя свиней. Установлено, что изменение текущей ситуации в убое и первичной переработке свиней определено переходом на интенсивные технологии в свиноводстве, которые привели к изменению выхода пищевых продуктов убоя с одновременным изменением экономических условий работы предприятий и факторов, определяющих целесообразность сбора и использования побочных продуктов убоя на пищевые цели.

ГЛАВА 2. Организация, объекты и методы исследования

Приведена методология и организация поэтапного выполнения работы. Теоретические и экспериментальные исследования были выполнены в ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, в ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства - ВИЖ им. Л.К. Эрнста», а также на действующих предприятиях мясной промышленности в Белгородской, Пензенской, Липецкой и Тамбовской областях. Структурная схема, отражающая общую направленность и основные этапы исследования, приведена на рис. 1.

Объектами исследования на разных этапах выполнения работы являлись: свинина 2 класса (ГОСТ 31476-2012), субпродукты и прочие продукты убоя, полученные от убоя товарных свиней 2 категории современного поголовья интенсивно растущих свиней (гибрид F2: крупная белая, ландрас, дюрок) на предприятиях Белгородской, Тамбовской, Пензенской и Липецкой областей; смывы для микробиологических исследований, взятые с поверхности: биотических объектов (свиные туши, субпродукты) и абиотических объектов производственной среды (технологическое и вспомогательное оборудование, стальные конструкции, кафельные стены); мясная продукция.

Для изучения качества и безопасности продуктов убоя в работе применяли следующие методы: содержание биогенных аминов – методом масс-спектрометрической идентификации с использованием системы ВЭЖХ Agilent 1200 (США) и трехквадрупольного масс-спектрометра Agilent 6410B. Хроматографическое разделение проводили на колонке 150 x 2.1 мм Cogent Diamond Hydride column 100A (4 мкм), в режиме градиентного элюирования условия при 30ºС. В качестве подвижной фазы использовались 0,1 %-ый раствор муравьиной кислоты в воде и 0,1 %-ый раствор муравьиной кислоты в ацетонитриле; при проведении двумерного электрофореза –

Рисунок 1 – Структурная схема работы

белки разделяли с использованием камеры (Bio-Rad, США), с помощью изоэлектрофокусирования в стеклянных трубках в первом направлении и гель-электрофорезом с использованием додецилсульфата натрия во втором направлении. Последующее обнаружение белков проводили окрашиванием кумасси бриллиантовым синим G-250 (PanReac, Испания). Для компьютерной денситометрии использовали двумерные электрофореграммы во влажном состоянии. Их полные цифровые изображения или изображения отдельных фрагментов были получены с помощью сканера Bio-5000 plus (Serva, Германия); определение карбонильных групп в белках проводили методом, основанным на реакции с 2,4-динитрофенилгидразином с образованием 2,4-динитрофенилгидразонов; определение КМАФАнМ в образцах (смывах) проводили с использованием плотной питательной неселективной среды РСА и после инкубации при 30±1 °С в течение 72 часов производили подсчёт всех выросших колоний. Результат выражали в КОЕ/см^2. Для определения идентификации состава мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (МАФАнМ) отбирали колонии с различными культурально-морфологическими признаками. Идентификацию выделенных бактериальных культур проводили сначала изучением морфологии колоний и бактериальных клеток, а затем культуральных и биохимических признаков, присущих микроорганизмам; определение патогенных микроорганизмов - методом, основанным на петлевой изотермической амплификации ДНК с использованием праймеров, позволяющих распознать различные участки гена (мишени) бактерий. Использовали наборы 3M Molecular Detection Assay для обнаружения: *L.monocytogenes*, *Salmonella* spp. и *Campylobacter*. Полученную суспензию инкубировали в термостате при температуре 37±1 °С. Переносили 20 мм^3

обогащенной пробы в лизис-пробирку, в которую для отрицательного контроля затем вносили 20 мм^3 стерильной среды обогащения. Для лизирования клеток микроорганизмов штатив с пробирками выдерживали 15±1 мин при 100±1°С, затем охлаждали и проводили амплификацию нуклеиновых кислот; видовую идентификацию отобранных микроорганизмов проводили масс-спектрометрическим методом MALDI-Tof-Ms путем прямого бактериального профилирования с помощью времяпролётного масс-спектрометра «MALDI BiotyperMicroflex», с получением карты белковых масс. Бактериальную массу, полученную из изолированных микроорганизмов, наносили на мишень, после чего в течение 10 мин в каждую ячейку с образцом наносили по 1 мкл масс-спектрометрической матрицы HCCA (а-циано-4-гидроксикоричная кислота, 99%), затем подсушивали образцы с матрицей при комнатной температуре. Далее последовательно выполняли процедуру экстракции муравьиной кислотой и экстракции трифторуксусной кислотой. Исследуемые образцы на MALDI-мишень наносили: с первой по третью ячейку каждого ряда - образцы, подготовленные методом прямого нанесения; с четвёртой по шестую – методом экстракции муравьиной кислотой; с седьмой по девятую – методом экстракции трифторуксусной кислотой. После помещения MALDI-мишени, используя программу FlexControl, осуществляли запуск оборудования и проводили идентификацию микроорганизмов. Полученные результаты анализировали с помощью программного обеспечения по величине логарифмического роста: в случае, если значение ниже 1.7 – микроорганизм не идентифицирован, от 1.7 до 2.0 – идентификация до рода, больше 2.0 – микроорганизм идентифицирован; оценку запаха субпродуктов осуществляли на электронном анализаторе запахов Heracles, представляющем сочетание высокоселективного, быстрого и чувствительного газового хроматографа, специально разработанного для анализа летучих соединений. При выполнении работы применялись также общепринятые методы исследований, в том числе органолептические, физические, химические, гистологические.

Статистическую обработку данных проводили с расчетом результатов экспериментов в виде средней величины (M), ошибки (m), Me (медиана) и min-max (минимальное и максимальное значение измеряемой величины), а также в долях (%) или абсолютных числах. Использовали пакет программ STATISTICA 10.0. Достоверность различий (p) средних величин, удовлетворяющих условиям нормального распределения и равенству дисперсий, оценивали методом однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA).

ГЛАВА 3. Исследование объемов образования и качества пищевого сырья, получаемого от убоя современного поголовья гибридных свиней

Глава посвящена результатам исследований, проведенных в 2019-2021 гг. на предприятиях Белгородской, Липецкой, Пензенской и Тамбовской областей по сбору и анализу информации об образовании продуктов убоя, уровне их качества и текущим направлениям применения. Для сравнительного анализа были использованы нормы выхода по Сборнику нормативных показателей (1997), установленные для вышеуказанных областей для продуктов убоя свиней с получением свинины 2-й категории в шкуре. Сравнительные результаты, характеризующие соотношение объемов различных видов пищевого и непищевого сырья, представлены на рис. 2. Установлено, что в 2019-2021 гг. выход свинины на кости увеличился на 6,38%, а суммарный выход пищевых субпродуктов практически не изменился с переходом на выращивание гибридных быстрорастущих животных (статистически значимые различия отсутствовали – p=0,401). Отмечено снижение выхода жира-сырца в среднем на 2,85 % и пищевой крови на 0,11%. Получено, что переход на интенсивное свиноводство обеспечил на промышленных предприятиях рост выхода пищевого сырья при снижении объема непищевого сырья и отходов на 4,11 %.

Согласно данным Росстата за 2020 г. объем непроизведенных пищевых субпродуктов был эквивалентен потере поголовья свиней в количестве 3,4 млн голов

по 3-м областям (Белгородская, Липецкая и Тамбовская), которые имели практику регулярного сбора, обработки и реализации, пищевых субпродуктов.

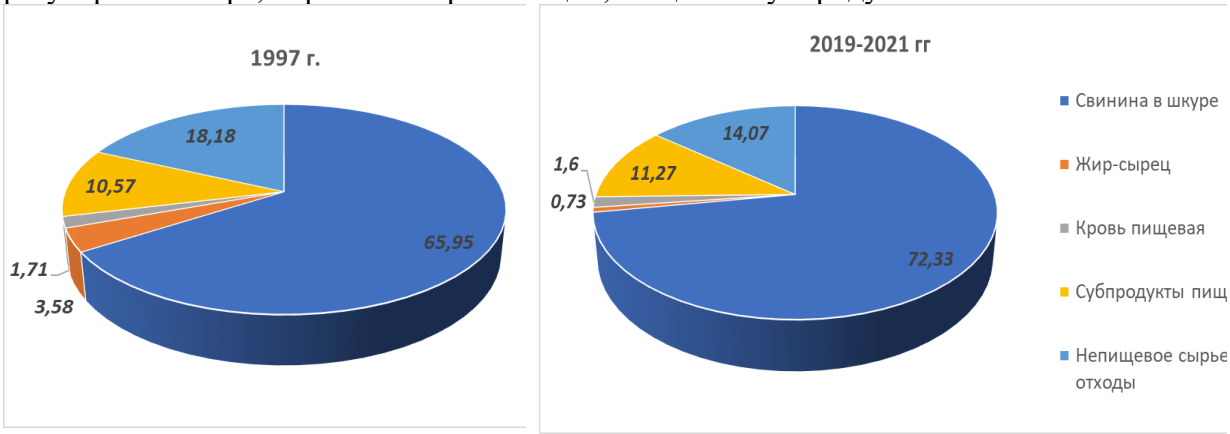


Рисунок 2 – Соотношение объемов образования (в % к живой массе) пищевого и непищевого сырья по нормам 1997 г. и в 2019-2021 гг.

Таким образом, внедрение интенсивного свиноводства способствовало повышению объемов получения пищевых продуктов убоя, что не было реализовано на практике. Анализ статистических данных только по производству пищевых субпродуктов показал потенциал для существенного повышения объемов выпуска пищевых продуктов убоя и продуктов их переработки.

На следующем этапе было проведено изучение проблематики качества и безопасности субпродуктов с учетом влияния различных факторов, в том числе технологических, а также имеющихся направлений их реализации (табл. 1).

Описаны и классифицированы дефекты субпродуктов, снижающие их стоимость и изменяющие направление их использования, в том числе примеры высокой и выше средней степени кровенаполнения субпродуктов (рис. 3 и 4).

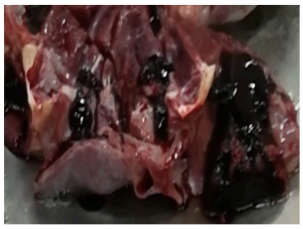
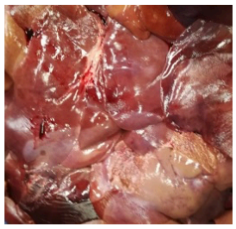


Рисунок 3 - Сердце с высокой степенью кровенаполнения



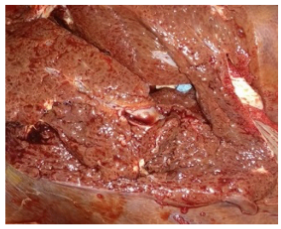


Рисунок 4 - Печень со степенью кровенаполнения выше среднего уровня

Была разработана система градации качества свиных желудков в зависимости от степени проявления катарального воспаления: без патологии, когда слизистая оболочка не набухшая, сероватого цвета, без видимых изменений, с остатками содержимого или без (рис. 5); очаговое катаральное воспаление желудка, характеризующееся набуханием, гиперемией слизистой оболочки, выраженной дистрофией эпителия с гиперсекрецией слизи в виде серовато-белых мутных наложений или хлопьев, с остатками содержимого или без (рис. 6); острое серозное воспаление желудка, характеризующееся набуханием, гиперемией и инфильтрацией слизистой оболочки, подслизистого слоя серозным экссудатом с очаговыми кровоизлияниями (рис. 7).

Проведенные исследования по изучению субпродуктов и анализу формирования основных направлений их использования показали, что проблематика качества и безопасности субпродуктов является одним из определяющих факторов, снижающих объемы реализации обработанных субпродуктов, их применение и переработку на пищевые цели.

Таблица 1 – Основные направления использования субпродуктов в зависимости от их качества и безопасности

Наименование субпродукта	Состояние/проблематика качества/безопасности	Направления использования
Язык	Целостность тела языка	Реализация населению
	Повреждение целостности тела языка (до 15%)	Промышленная переработка
Сердце, печень, почки	Хорошее обескровливание (до 70%)	Реализация потребителю в охлажденном виде
	Высокая кровенаполненность (до 30%)	Реализация в замороженном виде
		Промышленная переработка
Мясо пищевода, трахея, калтык, селезенка, диафрагма, мясная обрезь	Высокие микробиологические риски	Промышленная переработка
		Мясокостная мука
Желудок	Катаральные желудки (средняя и высокая степень) (до 40%)	Реализация потребителю
	Здоровые желудки (до 60%)	Экспорт
Легкие	Без признаков гемаспирации (менее 10%)	Промышленная переработка
	С признаками гемаспирации (свыше 90%)	Утилизация
Голова	Низкие микробиологические риски	Реализация потребителю
	Высокие микробиологические риски	Промышленная переработка
Хвост, ноги, уши	Травмы, переломы, абсцессы	Утилизация
	Без повреждений, низкие микробиологические риски	Реализация населению
	Без повреждений, повышенные микробиологические риски	Промышленная переработка, утилизация
Щековина, шкурка, межсосковая часть	С повреждениями кожного покрова или без них	Промышленная переработка

Выявленные несоответствия увеличивали экономические потери предприятий ввиду направления пищевых субпродуктов на технические цели и утилизацию. Потери ряда субпродуктов составляли до 30-40%, а в отдельных случаях, как, например, с легкими, до 90% от объема их образования, что согласовывалось с данными государственной статистики.

Следующим этапом работы было исследование свинины, полученной от товарных свиней со средней живой массой 120±5 кг. Для оценки однородности охлажденной свинины по качеству использовали общепринятый показатель – значение pH через 24 часа (pH_{24}) после убоя, измеренное в *m. L. dorsi* (рис. 8).

Около 40% охлажденных свиных туш характеризовались значениями pH_{24} ниже 5,6 (рис. 8). На 2-х предприятиях отмечено большое количество туш с pH ниже 5,5, что было связано с повышенной стрессированностью животных. Исследования однородности свинины по pH на предприятиях были продолжены через год. При повторном исследовании определяли не только pH_{24}, но и pH через 45 минут после убоя (pH_{45}) с целью соотнесения двух измерений и оценки возможности выделения парных туш со свойствами мяса PSE.

Рисунок 5 - Свиные желудки (внутренняя поверхность) без патологий

Рисунок 6 - Свиные желудки (внутренняя поверхность) с проявлением очагового катарального воспаления

Рисунок 7 - Свиные желудки (внутренняя поверхность) с проявлением острого серозного воспаления

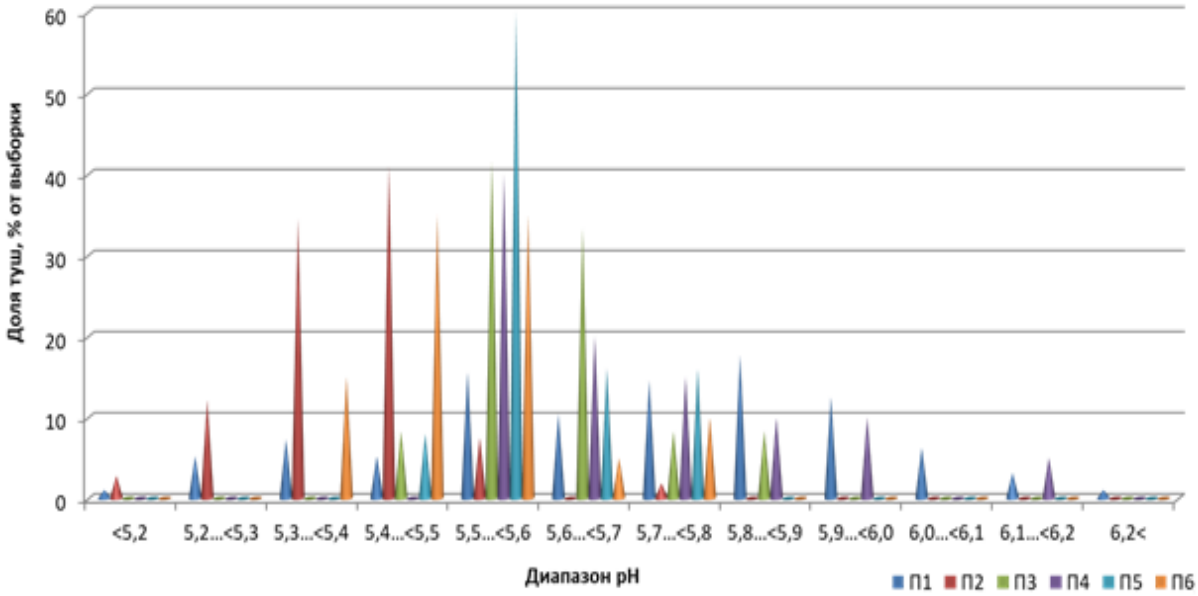


Рисунок 8 – Распределение туш по pH_{24} на 6 предприятиях (N=600, n=100)

Полученные результаты показали, что независимо от диапазона значений pH_{45} (для анализа было выделено шесть диапазонов: 5,4…5,69; 5,70…5,99; 6,0….6,29; 6,30…6,99) значение pH_{24} у 71,3% туш находилось в пределах от 5,50 до 5,79. При низких значениях pH_{45} увеличивалась вероятность получения охлажденных туш, попадающих по pH_{24} в диапазон 5,50-5,79, у туш с высокими значениями pH_{45} также была высокая вероятность попадания в этот интервал значений pH_{24} после охлаждения.

Установлено, что общая вероятность того, что у охлажденной туши будет pH_{24} в достаточно узких пределах от 5,50 до 5,79, составила 0,708. При более высоких значениях pH_{45} такая вероятность снижалась, но ее минимальное значение было достаточно высоким - 0,685 (табл. 2).

Таблица 2 – Вероятность получения охлажденной туши с pH_{24} от 5,50 до 5,79

Вероятность при pH_{45} в пределах диапазона				Общая вероятность
5,30…5,69	5,70…5,99	6,00…6,29	6,30…6,99	
0,818	0,767	0,698	0,685	0,708

Во взаимосвязи с диапазоном pH_{24}, были изучены технологические показатели свинины: цвет, влагоудерживающая способность (ВСС), потери мясного сока, потери при варке (табл. 3).

Таблица 3 – Технологические показатели свинины с pH_{24} 5,50…5,79

Наименование показателя	Среднее значение (S±m)	Мини-мальное значение (min)	Максимальное значение (max)	Диапазон изменения, %, $\left(\frac{(max-min)}{max}\cdot 100\right)$
pH_{24}	5,64±0,10	5,50	5,79	5,0
L (светлота)	54,58±4,60	44,53	65,35	31,9
a* (краснота)	2,01±1,13	0,10	4,45	97,8
b* (желтизна)	8,24±2,12	4,89	13,37	63,4
ВСС, %	59,87±6,07	54,11	83,51	35,2
Потери мясного сока, %	2,24±1,24	0,74	4,87	84,8
Потери при варке, %	23,85±1,66	19,74	25,93	23,9

Согласно полученным результатам (табл. 3), при достаточно стабильном значении pH_{24}, когда диапазон его изменения составлял 5% от максимального значения, не наблюдалось стабильных значений других технологических показателей. Результаты статистической обработки (табл. 4), показали, что для свинины с pH_{24} от 5,5 до 5,79 была характерна слабая корреляционная связь между изменением pH_{24} и показателями цвета L и b* (коэффициенты корреляции, соответственно, -0,4955 и -0,5001). Слабая корреляционная связь наблюдалась и с величиной ВСС (0,4325).

Таблица 4 – Коэффициенты корреляции

Показатели	pH_{45}	L	a*	b*	ВСС	Потери мясного сока	Потери при варке
pH_{24}	0,2160	-0,4955	0,2339	-0,5001	0,4325	0,2626	-0,3097

Низкие значения коэффициентов корреляции с pH_{45}, потерями мясного сока и потерями при варке свидетельствовали об отсутствии взаимосвязи между этими показателями и о невозможности прогнозирования технологических свойств свинины на основании определения pH_{24}.

ГЛАВА 4. Разработка научной концепции повышения объема субпродуктов, используемых на пищевые цели

При разработке научной концепции было определено, что управление (прогнозирование) объемами переработки и направлениями использования субпродуктов с повышением экономических показателей производства, а также с учетом существующих рисков, взаимосвязано с рядом факторов и критериев (рис. 9).

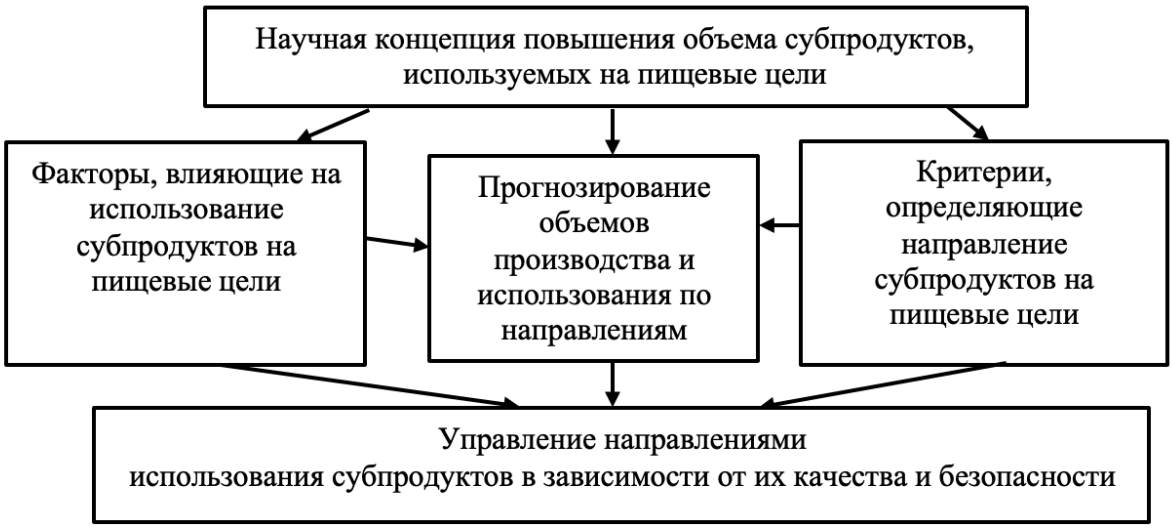
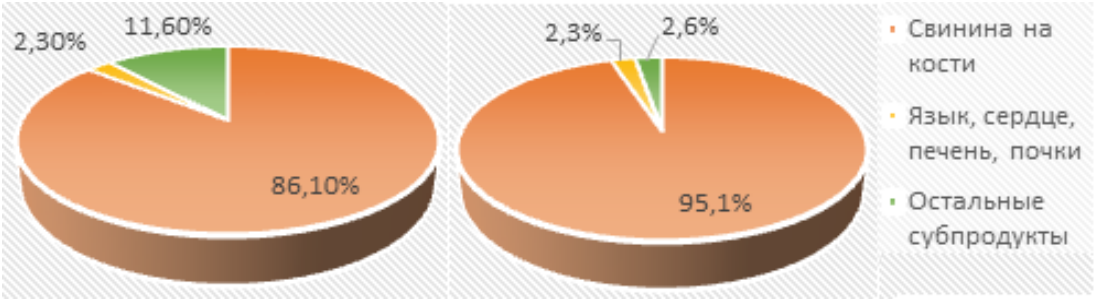


Рисунок 9 – Схематичное изображение роли научной концепции в обеспечении повышения объема субпродуктов, используемых на пищевые цели

В концепции учитывали, что большая часть субпродуктов относится к малоценному сырью (рис. 10а). Однако в стоимостном отношении 4 субпродукта, объем образования которых не превышает 2,3 % - язык, сердце, печень и почки, стоят практически столько же, сколько все остальные субпродукты (рис. 10б).



а) б)

Рисунок 10 – Соотношение субпродуктов в объеме пищевых продуктов убоя (без пищевой крови и жира-сырца): а) массовые; б) стоимостные

На основе проведенного анализа было установлено, что основными критериями, определяющими возможность увеличения объемов использования субпродуктов на пищевые цели, являются их безопасность, качество и возможность создания добавленной стоимости. Учитывая оценку влияния ряда факторов на критерии, определяющие объем субпродуктов, направляемых на пищевые цели (табл. 5), дальнейшие исследования были сосредоточены на трех основных направлениях: развитие методологии оценки качества сырья; получение новых знаний о его качестве и микробиологической безопасности, в том числе с использованием новых методических подходов; разработка частных технологий нового ассортимента продукции.

Таблица 5 - Оценка влияния выбранных факторов на критерии, определяющие объем субпродуктов, направляемых на пищевые цели

Выбранные факторы	**Наименование критерия**		
	безопасность	качество	добавленная стоимость
Содержание животного	Да	Да	Нет
Гуманное предубойное содержание животного	Да	Да	Нет
Гуманный убой животного	Да	Да	Да
Санитарный статус животного	Да	Да	Нет
Санитарное состояние предприятий по убою и первичной переработке	Да	Да/нет	Нет
Дифференциация субпродуктов по качеству	Да/Нет	Да	Нет
Новые технологии	Да	Да	Да
Новые научные знания, в том числе о ранее неиспользованных продуктах убоя	Да	Да	Да
Ассортимент выпускаемой продукции	Да	Да	Да

Выбранные направления исследований согласовывались с разработанной концепцией и оказывали положительное влияние на все три критерия, обеспечивающие повышение объемов использования субпродуктов на пищевые цели.

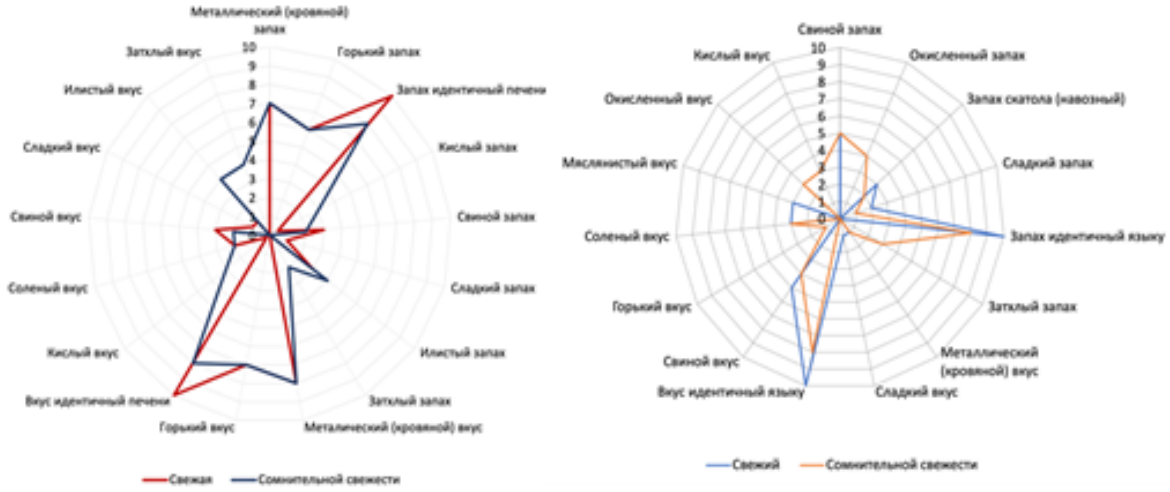
ГЛАВА 5. Обоснование использования традиционных и современных методов для оценки качества и безопасности продуктов убоя их практическая апробация

В главе приведены исследования качества и безопасности продуктов убоя. Была выполнена работа по идентификации дескрипторов сенсорных свойств исследуемых субпродуктов и получены 27-30 описательных терминов для каждого субпродукта, после исключения части дескрипторов посредством применения среднего геометрического, была разработана их классификация. В табл. 6 приведен пример классификации дескрипторов вкуса и аромата печени на основе выбранного подхода, он может быть использован для контроля качества субпродуктов, в том числе в процессе производства, реализации и/или в хранении.

Таблица 6 – Классификация дескрипторов вкуса и аромата свиной печени на основе среднего геометрического

Дескриптор	М, %	Дескриптор	М, %
Кровяной запах	72,5	Кровяной вкус	72,5
Металлический запах	72,5	Горький вкус	72,5
Горький запах	65,0	Вкус идентичный печени	100,0
Запах идентичный печени	100,0	Кислый вкус	1,5
Кислый запах	5,0	Соленый вкус	17,5
Свиной запах	33,8	Свиной вкус	27,5
Сладкий запах	20,0	Сладкий вкус	8,8
Илистый запах	27,5	Илистый вкус	6,3
Металлический вкус	72,5		

Далее было определено изменение интенсивности дескрипторов у субпродуктов сомнительной свежести. Для объективного подтверждения состояния сомнительной свежести субпродуктов использовали химические и микробиологические методы исследования. При проведении дегустационной оценки субпродуктов в процессе хранения, было установлено, что необходимы дополнительные дескрипторы, которые отражают возможные негативные изменения. Одновременно с этим, были установлены дескрипторы, теряющие свою интенсивность, что позволило разработать профили субпродуктов свежих и сомнительной свежести для проведения контроля их качества (рис. 11 а, б).



а) б)

Рисунок 11 - Сенсорные профили аромата на примере:
а) свиной печени; б) свиного языка

Оценка изменения сенсорных профилей свежих и сомнительной свежести субпродуктов позволила установить, что у всех видов происходило снижение интенсивности идентичного запаха, характерного для каждого вида субпродуктов, на 20% и увеличение интенсивности дескрипторов, описывающих негативные характеристики продукта. Несмотря на эффективность и быстроту проведения органолептической оценки субпродуктов, предложенный способ имеет ограничение по исследованию изменения дескрипторов. Отсутствие объективных данных по показателям безопасности продукта не позволяет производить оценку и дифференциацию несвежих субпродуктов. Дальнейшие исследования были проведены с применением прибора «электронный нос» для инструментального определения свежести и идентификации летучих веществ, присутствовавших в свежих и несвежих субпродуктах, с анализом направлений аромата, с которыми они ассоциируются, и их сопоставлением с результатами органолептической оценки. В результате был составлен перечень летучих веществ, определяющих сенсорную характеристику субпродуктов в зависимости от уровня свежести (табл. 7).

Таблица 7 – Летучие вещества, присутствующие в аромате субпродуктов в зависимости/независимости от состояния их свежести

Летучие вещества, характерные для субпродуктов		
свежих	свежих и несвежих	несвежих
Octadienone Thiophenol Butyl acetate Methylcinnamate Dodecanale isopropil acetate 1-hexanol (z)-2-octenal Undecan-2-one	Acetaldehyde Dimethyl sulfide Demityl trisulfide 2-propanol 2,3-pentanedione (z)-4-heptenal Indole z-3-hexen-1-ol, acetate 1-octanol n-nonanal Nonan-2-one Dodecanal Propanoic acid Ethyl acetate 3-methilbutanal Hexanal	Propanol 2-methilpropanal Butan-2-one Ethyl propanoate 2-heptanone Hepanal 4-ethylgyaiacol Hexyl acetate Decanal Butanal

Полученные результаты показали, что в свежих субпродуктах определялись летучие вещества – Octadienone, Thiophenol, Butyl acetate, Methylcinnamate, Dodecanale, isopropil acetate, 1-hexanol, (z)-2-octenal, Undecan-2-one. В несвежих субпродуктах перечисленные вещества не выявлялись, что, по всей видимости, свидетельствовало об окислении. Напротив, только в несвежих субпродуктах выявлялись Propanol, 2-methilpropanal, Butan-2-one, Ethyl propanoate, 2-heptanone, Hepanal, 4-ethylgyaiacol, Hexyl acetate, Decanal, Butanal. Таким образом, эти вещества могут являться маркерами для определения несвежих субпродуктов.

Вещества, определенные одновременно в свежих и несвежих субпродуктах, не рассматривались в качестве критериев оценки. Однако в отношении отдельных веществ может быть целесообразным изучение динамики их накопления в процессе хранения субпродуктов, а также их сенсорная характеристика в зависимости от концентрации. Например, acetaldehyde имеет приятную сенсорную характеристику в небольшой концентрации, изменяющуюся до нежелательной «острой, альдегидной» при увеличении его концентрации. На основании полученных результатов были дополнены и пересмотрены методические рекомендации [МР 04-00419779-08-2021].

Опираясь на гипотезу об изменении аромата субпродуктов в результате порчи при хранении, был изучен их белковый состав методом двумерного электрофореза. В результате анализа 2-D гелевых изображений при помощи ImageMaster™ 2D Platinum было обнаружено свыше 110 различных белковых фракций, характерных для каждого субпродукта. Наибольшее содержание белков разной молекулярной массы было в печени, почках, селезенке, а наименьшее – в верхушке носа (пятачке) (рис. 12 и 13). Для всех субпродуктов в испорченном состоянии было характерно снижение интенсивности проявления белков и появление новых белковых структур, отличных от идентифицированных в свежих субпродуктах. В результате анализа электрофореграмм белков свиной печени до и после периода хранения (рис. 12, В и Е) было выявлено, в

среднем, на каждом геле, около 165 пятен, при этом порядка 67 пятен являлись мажорными (конститутивно присутствующими). В печени в 1-е сутки хранения был интенсивно выражен белок с молекулярного массой 22,3 кДа, предположительно, являвшийся гидропероксидом фосфолипидов глутатионпероксидазой (GPX4, 22,337 кДа) - незаменимой антиоксидантной пероксидазой, которая непосредственно разрушает гидропероксиды фосфолипидов, жирных кислот, холестерина и азотистого основания тимина. Выявлен белок с молекулярной массой 8,8 кДа, интенсивность которого снижалась на 5-е сутки. Этот белок предположительно являлся LEAP-2 (8,8 кДа), обладающим антимикробной активностью. На 5-е сутки хранения печени более интенсивно проявлялись две белковые фракции с молекулярной массой 35 кДа и 8 кДа (рис. 12, E), которые, вероятно, являлись: - глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназой (GAPDH, 35,836 кДа), ключевой фермент гликолиза катализирует превращение D-глицеральдегид-3-фосфата в 3-фосфо-D-глицероилфосфат; - гепсидином (HAMP, 8,771 кДа), белок, участвующий в поддержании гомеостаза железа и активации оксидативного стресса, запускающего перекисное окисление липидов. Для печени, хранившейся в течение 5 дней, была отмечена характерная белковая фракция в диапазоне 83-85 кДа и 2 белковых пятна с молекулярными массами около 84 кДа и 27 кДа (рис. 12, E). Установлено, что у печени после 5-ти суток хранения интенсивно проявлялось белковое пятно в 27 кДа (рис. 12, E). Предположительно оно являлось субъединицей бета-флавопротеина – специфического белка с функцией переноса электронов (ETFB, 27,764 кДа).

Результаты исследования белкового состава свиной печени наглядно показали снижение интенсивности белков, отвечающих за антиокислительную стабильность ткани печени, что провоцирует развитие окислительных процессов с образованием низкомолекулярных продуктов окисления, в том числе летучих, и отражается на сохранности печени в процессе хранения.

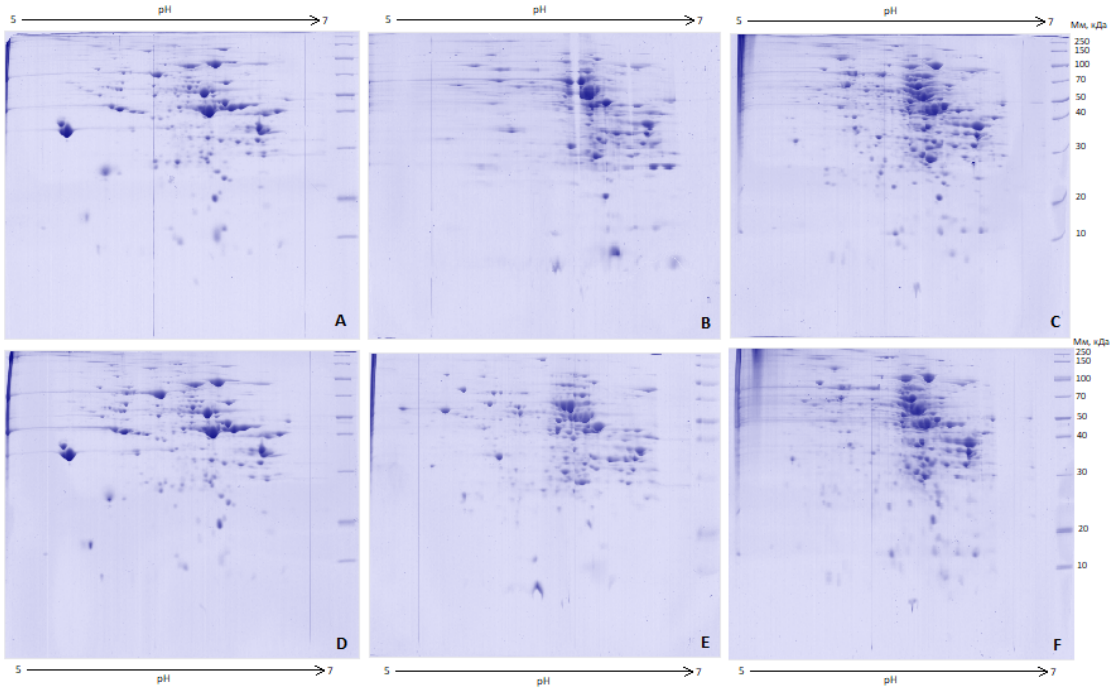


Рисунок 12 - Двумерные электрофореграммы белков селезенки (A – на 1 сутки, D – на 5 сутки), печени (B – на 1 сутки, E – на 5 сутки) и почки (C – на 1 сутки, F – на 5 сутки)

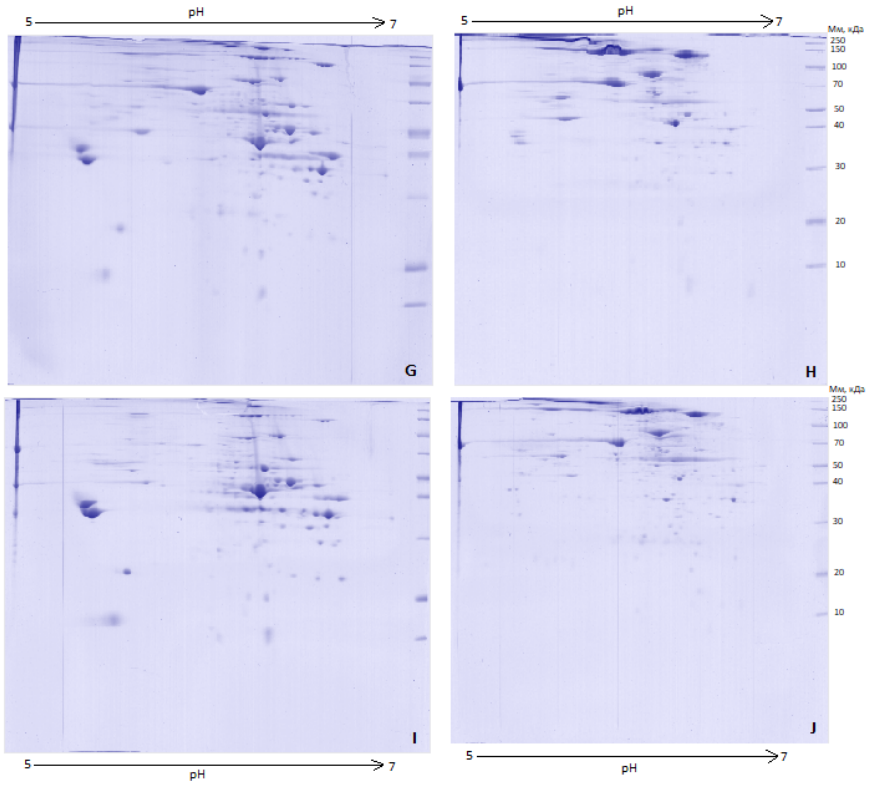


Рисунок 13 - Двумерные электрофореграммы белков языка (G – на 1 сутки, I – на 5 сутки) и пятачка (H – на 1 сутки, J – на 5 сутки)

В результате анализа электрофореграмм белков свиной селезенки (рис. 12, A и D) выявлено около 598 пятен, из которых порядка 185 пятен являлись мажорными и присутствовали на двух электрофореграммах, соответствующих 1-м и 5-м суткам хранения. На 5-е сутки было обнаружено увеличение колониестимулирующего фактора (16,2 кДа), что свидетельствовало о повышении интенсивности процесса β-окисления жиров. Увеличение количества продуктов перекисного окисления липидов коррелировало с результатами инструментальных сенсорных исследований аромата селезенки.

Анализ электрофореграмм свиных почек (рис. 12, C и F) позволил обнаружить несколько фракций белков, характерных и выявленных на 1-е сутки хранения и обладавших молекулярной массой от 26 до 32 кДа; 5 белковых пятен с молекулярной массой 25 кДа, 27 кДа, 34 кДа и 37-36 кДа, характерных для почек после 5-ти суток хранения. Отмечено после 5 суток хранения снижение интенсивности белкового пятна, характерного для хиноноксидоредуктазы (34,9 кДа), что свидетельствовало о развитии антиокислительных процессов, так как хиноноксидоредуктаза участвует при детоксикации ксенобиотиков и снижает нагрузку свободных радикалов в клетках.

В результате изучения электрофореграммы свиного языка (рис. 13, G и I), в среднем на каждом геле, было выявлено около 177 пятен, из них около 67 пятен являлись мажорными. В процессе хранения языка снижалась интенсивность белковой фракции с молекулярной массой 11 кДа, предположительно, идентифицированной как глутаредоксин-1 (11,8 кДа), снижающий содержание гликозилированных белков, а также являющимся антиоксидантным ферментом.

Анализ электрофореграмм свиного пятачка (рис. 13, H и J) позволил выявить, в среднем на каждом геле, около 76 белковых пятен, из них около 15 пятен являлись мажорными. Сравнительный анализ белковых профилей свиного пятачка на 1-е и 5-е сутки хранения позволил выявить группу фракций, характерную для пятачка на 1-е сутки, в диапазоне 35-37 кДа и 2 белковых пятна массой 6 кДа и 5 кДа. На 5 сутки

выявлено белковое пятно с массой 38 кДа, которое не обнаруживалось на 1-е сутки, предположительно являющееся НАДФ-ретинолдегидрогеназой (RDH10, 38, 087 кДа), участвующий в метаболизме ретинола. Проведенные исследования по изучению белкового профиля при хранении субпродуктов показали: снижение содержания белков-антиокислителей, что влияет на естественные защитные механизмы сохранения химического состава субпродуктов; а также наличие взаимосвязи снижения содержания белков-окислителей с результатами сенсорных исследований субпродуктов.

Распад белков может сопровождаться образованием биогенных аминов, образующихся путем декарбоксилирования аминокислот. Их накопление напрямую связано с порчей пищевых продуктов и пищевыми отравлениями.

Для определения содержания биогенных аминов брали субпродукты непосредственно после их выделения и после подтвержденной микробиологической порчи. Для исследований были выбраны субпродукты, наиболее часто используемые в непереработанном виде (сердце, печень, язык) и в переработанном виде (почки, пятачок). По результатам исследования дофамин и тирамин не были выявлены. Отмечено накопление кадаверина в процессе хранения. Печень на начальном этапе хранения характеризовалась наиболее высоким содержанием кадаверина. Это, возможно, связано с детоксикационной функцией печени. Кадаверин может образовываться под действием микробной микрофлоры в кишечнике и попадать в печень. Для печени, сердца, языка и почек установлена взаимосвязь между содержанием в этих субпродуктах белка и уровнем накопления кадаверина на 5-е сутки хранения (коэффициент корреляции составил $r=+0,9636$). По всей видимости, особенности белкового состава субпродуктов оказывали влияние на накопление в них кадаверина в процессе хранения. Установлена корреляционная зависимость между содержанием кадаверина и площадью «визуальных отпечатков запаха» ($r=+0,6889$). Однако в процессе хранения и развития порчи зависимость несколько снижалась ($r=+0,5688$), что могло быть обусловлено различными процессами, протекающими при порче субпродуктов, в том числе окислительными, оказывающими влияние на изменение откликов сенсоров, и приводящими к накоплению различных классов веществ, влияющих на органолептические свойства субпродуктов.

Проведенные исследования и анализ результатов позволили установить взаимосвязь органолептических характеристик субпродуктов с накоплением летучих веществ, снижением содержания белков-антиокислителей и образованием кадаверина, что, в свою очередь, позволит более объективно оценивать и прогнозировать их потребительское качество.

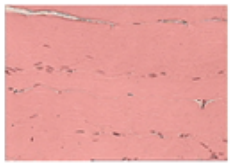
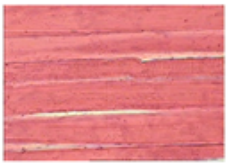
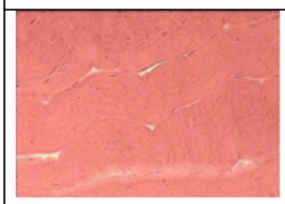
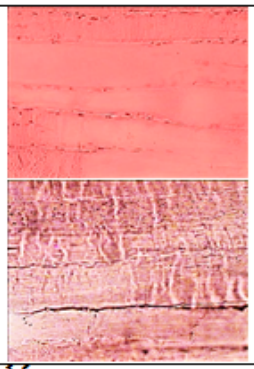
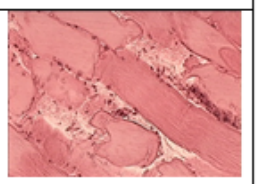
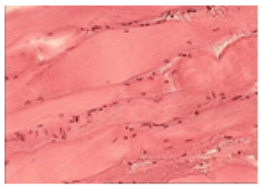
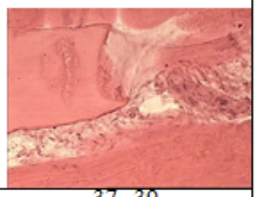
Свинина, полученная от интенсивно растущих свиней, не отличалась значимыми изменениями величины pH (pH_{24}, в основном, от 5,5 до 5,7, глава 4) и выраженной корреляционной связью между технологическими показателями и значением pH, что не позволяло прогнозировать технологический результат ее переработки.

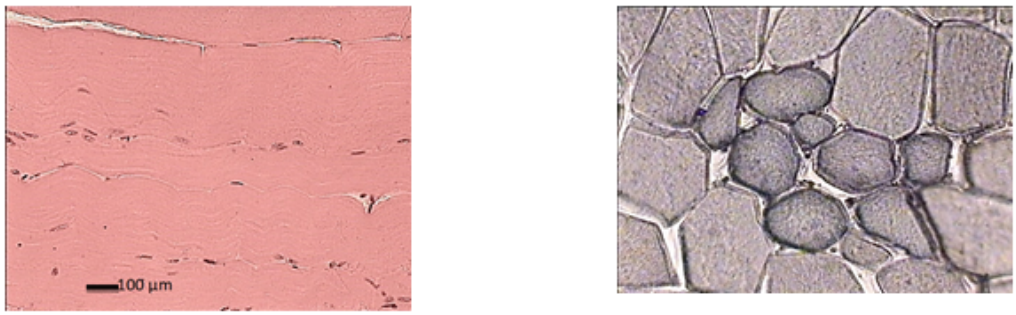
Для разработки объективного метода оценки качества свинины в течение трех лет проводили отбор проб из средней части мышцы *m. L. dorsi* при убое у свиных туш в парном виде и после созревания мясного сырья на промышленных предприятиях. При отборе образцов из каждой мышцы *m. L. dorsi* вырезали параллельно и перпендикулярно расположению мышечных волокон образцы прямоугольной формы с размером сторон 1,0-1,5 см и затем их фиксировали в 15% растворе формалина и далее уплотняли в растворе желатина. Изготовление продольных и поперечных срезов толщиной 15 мкм проводили с использованием микротома-криостата Leika SM 1850 (Leika, Германия). Продольные срезы окрашивали гематоксилин-эозином. С целью определения типа мышечных волокон поперечные срезы окрашивали Суданом черным. В зависимости от интенсивности окрашивания мышечные волокна относили к I (гликолитическому), промежуточному или II (окислительному) типу. Продольные и

поперечные срезы изучали с помощью анализатора изображений Motic Images (Motik, Китай) при увеличении об.40х по 5-ти полям зрения (не менее 200 волокон) в каждом срезе, диаметр волокон определяли с точностью ±1,0 мкм. Долю волокон каждого типа рассчитывали в процентах как соотношение количества волокон данного типа к общему количеству волокон, наблюдаемым по пяти полям зрения. Измерение длины саркомеров проводили при увеличении об.400х с точностью ±0,1 мкм. Определяли форму и диаметр мышечных волокон, состояние поперечной исчерченности и сарколеммы, длину саркомеров. Выявляли узлы и полосы сокращения и определяли их размеры. В результате проведенных гистологических исследований, были определены признаки, которые позволили классифицировать образцы по состоянию мышечной ткани следующим образом: без признаков миопатии, с умеренно выраженной миопатией и с выраженной миопатией. На основании обобщения результатов трехлетних исследований была разработана система классификации мясного сырья по степени выраженности миопатии (табл. 8).

С использованием разработанного метода были проведены исследования 18 свиных туш, полученных при убое гибридных свиней, отобранных случайным образом из 40 голов. Гистологические срезы опытных образцов, в зависимости от степени выраженности миопатии, приведены на рис. 14-16. Согласно полученным результатам 44,44% от исследуемых образцов не имели признаков миопатии. Доля образцов с умеренно выраженной миопатией в общем количестве образцов составила 38,9%. Микроструктура мышечной ткани в таких образцах характеризовалась преимущественно прямыми или слегка волнистыми мышечными волокнами, лежащими свободно по отношению друг к другу. Поперечная исчерченность волокон была выражена. Диаметр волокон: от 25,0 до 50,0 мкм. В глубоких слоях мышцы выявлялись участки волокон длиной от 200 до 450 мкм с измененной структурой, которые характеризовались единичными или множественными узлами сокращения или мелкой сближенной поперечной исчерченностью диаметром от 60 до 100 мкм, либо множественные гомогенные поперечные полосы, во всех случаях целостность сарколеммы была сохранена.

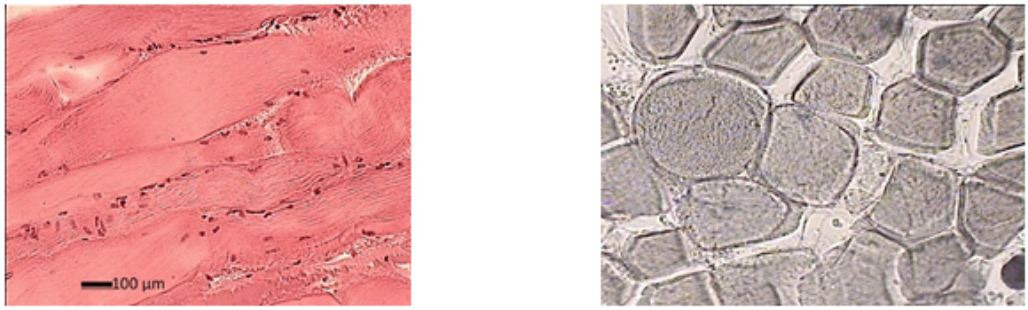
Таблица 8 - Микроструктурные показатели мышечной ткани при исследовании образцов парного мяса при различной степени выраженности признаков миопатии

Наименование показателя	Классификация по степени выраженности признаков миопатии		
	Без признаков миопатии	Умеренно выраженная миопатия	Выраженная миопатия
Форма мышечных волокон	Слегка волнистые, границы выявляются по локализации ядер 	Прямые или слегка волнистые, границы отчетливо выражены 	Прямые, лежат свободно по отношению друг к другу
Состояние поперечной исчерченности	Отчетливо выражена	Мелкая, сближенная, при наличии узлов сокращения неравномерная	Мелкая, сближенная, при наличии узлов сокращения неравномерная
Длина саркомеров, мкм	1,4-1,6	1,6-2,1	2,0-2,5
Наличие узлов сокращения	Не обнаруживаются 	Узлы сокращения овальной формы без разрывов миофибрилл или полосы длиной 200-400 мкм с выраженной продольной исчерченностью или без нее 	Множественные узлы сокращения прямоугольной формы с разрывами миофибрилл и сарколеммы 
Наличие деструктивных изменений	Не обнаруживаются	Микротрещины или отельные поперечные трещины, возможны разрывы сарколеммы в участках локализации узлов сокращения 	Множественные поперечно-щелевидные трещины, разрывы сарколеммы в участках локализации узлов сокращения 
Диаметр волокон, мкм	43-45	40-42	37 -39
Диаметр узлов сокращения, мкм	-----	60-90	100-120
Соотношение типов мышечных волокон, % *: белые красные промежуточные	72,1 15,3 12,6	Свыше 77,7 12,8 9,5	82,1 и выше 9,1 8,8
*фактор риска			



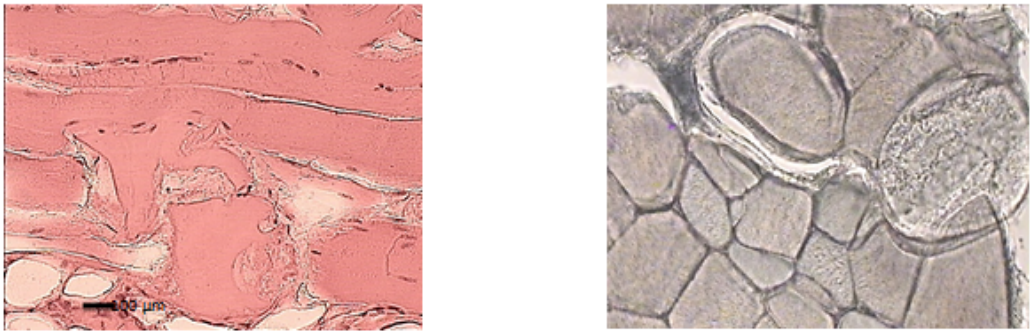
а) б)

Рисунок 14 - Микроструктура образцов мышечной ткани без признаков миопатии: а) – продольный срез; б) - поперечный срез (ув. 340)



а) б)

Рисунок 15 - Микроструктура образцов мышечной ткани с умеренно выраженными признаками миопатии: а) – продольный срез; б) - поперечный срез (ув. 340)



а) б)

Рисунок 16 - Микроструктура образцов мышечной ткани с выраженными признаками миопатии (три примера): а) – продольный срез; б) - поперечный срез (на поперечном срезе наиболее темное окрашивание характерно для волокон II (гликолитического типа) (ув. 340)

Доля образцов с выраженной миопатией в общем количестве образцов составила 16,7%. Мышечная ткань с выраженной степенью миопатии характеризовалась прямыми мышечными волокнами, выраженной поперечной исчерченностью и множественными узлами сокращения прямоугольной формы с разрывами миофибрилл в прилегающих участках, имеющие гомогенную структуру. Размеры узлов сокращения составляли от 100 до 450 мкм, диаметр узлов сокращения – от 70 до 120 мкм. Помимо узлов сокращения, в структуре волокон выявлялись многочисленные полосы сокращения длиной от 600-900 мкм до 1,5 мм утолщенные с гомогенной структурой и множественными узкими щелями, образовавшимися в результате разрыва миофибрилл и распадом миофибрилл до мелкозернистой белковой массы. Целостность сарколеммы в участках деструкции волокон нарушена. Диаметр волокон в зависимости от их типа составлял от 20,0 до 55,0 мкм, длина саркомеров – от 2,2 до 2,4 мкм.

Уменьшение количества волокон I (окислительного) типа приводило к снижению функционально-технологических характеристик мясного сырья, что подтверждено результатами исследований: потерь влаги при охлаждении и при термической обработке и определение ВСС (табл. 9). Потери при охлаждении для групп без миопатии и с умеренно выраженной миопатией были статистически не значимы (p=0.182717). В тоже время различия в потерях при охлаждении мяса для групп без миопатии и с выраженной миопатией были статистически значимы (p=0.000018). ВСС у образцов с умеренной выраженной и выраженной миопатией, в среднем, соответственно, на 4 и 9% ниже, чем у образцов без миопатии. Статистически достоверные (p=0.003906) различия установлены между образцами без миопатии и с выраженной миопатией. Наименьшие потери при тепловой обработке были выявлены у образцов без миопатии. У образцов с умеренной и выраженной миопатией потери при тепловой обработке выше на 7 и 9%, соответственно. Статистически достоверные различия отмечены только между двумя группами: без миопатии и с выраженной миопатией (p=0.032671).

Нарушение целостности мышечного волокна может способствовать развитию окислительных процессов, изменяющих функциональные свойства белков. Перед проведением исследования по изучению влияния различных технологических факторов на окислительные процессы в мясном сырье, был обобщен и проанализирован материал научных публикаций, посвященных тематике окисление белков мяса. С использованием Scanbious, проводили загрузку работ, содержащих упоминание окисления белков мяса, и затем анализ текстов абстрактов публикаций. Для проанализированных документов построили семантическую карту, отражающую наиболее часто встречающиеся связи целевых слов с другими использованными в абстрактах словами (рис. 17).

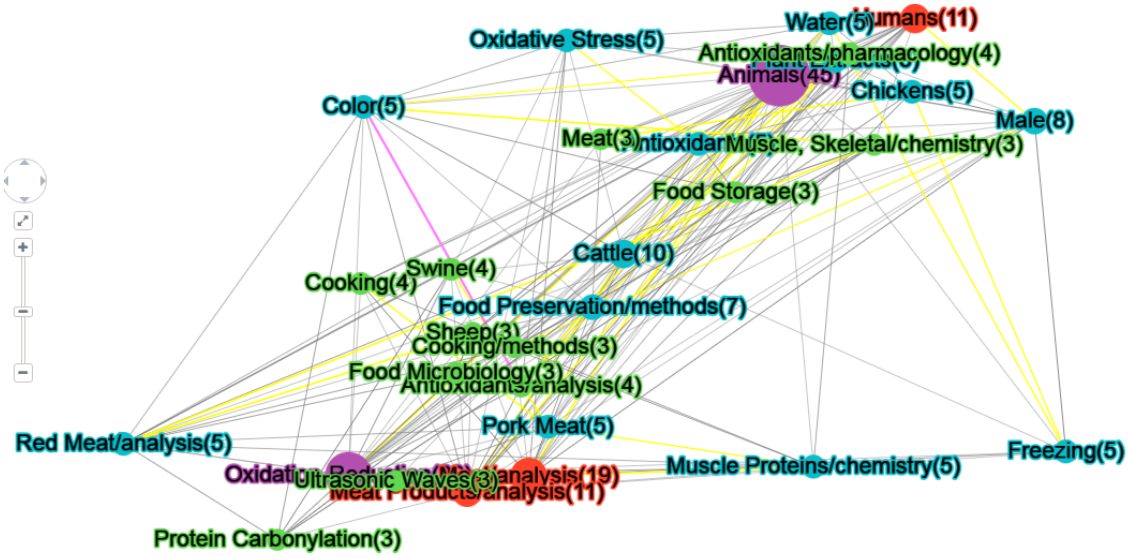


Рисунок 17- Семантическая карта взаимосвязи окисления белков с другими понятиями, отражающими направления научных исследований в мире

Установлены наиболее актуальные направления дальнейших исследований по изучению окислительных процессов в свинине: а) в зависимости от пола животного; б) при изменении термического состояния (замораживания); в) в процессе тепловой обработки.

Результаты проведенных сравнительных исследований накопления карбонильных соединений в свинине в зависимости от способов оглушения и пола животных показали, что наибольшее содержание карбонильных соединений

Таблица 9 - Результаты определения функционально-технологических характеристик мясного сырья

(*m. L. dorsi)* (x ± SD, n = 18)

Показатель	Значения для образцов								
	без миопатии			с умеренно выраженной миопатией			с выраженной миопатией		
	x ± SD	Минимум-максимум	Медиана	x ± SD	Минимум-максимум	Медиана	x ± SD	Минимум-максимум	Медиана
Потери при охлаждении, %	1,79±0,21	1,5-2,19	1,79	2,15±0,78	1,91-2,32	2,19	3,60±0,32	3,04-3,75	3,72
Потери при тепловой обработке, %	22,57±1,24	19,74-23,70	22,76	24,22±0,43	23,78-24,67	24,21	24,58±1,05	22,99-25,93	24,60
Влагосвязывающая способность, %	65,32±2,02	62,39-68,49	64,80	62,64±2,97	58,65-65,92	62,99	59,60±2,84	54,76-63,95	59,84

наблюдалось в мясе, полученном при убое животных с помощью электрооглушения. Статистически значимые различия между полом животного ($p<0,05$) были отмечены при исследовании влияния электрооглушения на концентрацию карбонильных соединений в мясе. При обездвиживании углекислым газом достоверного влияние пола животных на содержание карбонильных соединений не выявлено.

Изучение влияния различных этапов переработки свинины на накопление карбонильных соединений в мышечной ткани показало увеличение их содержания через 6 месяцев хранения полутуш при температуре минус 18 °С на 6,66 %.

В результате проведенных исследований установлено, что свинина, полученная от современных гибридных животных с умеренно выраженной миопатией, не имела достаточной устойчивости к процессам окисления жиров и белков. Между развитием окислительной порчи жиров и накоплением карбонильных групп, характеризующим окисление белка, отмечена выраженная корреляционная связь (r = 0,8616….0,9663). Деструкция мышечных волокон с образованием разрывов сарколеммы и узлов гиперсокращения в мышечных волокнах гликолитического типа, свойственная выраженной миопатии, может в значительной мере усиливать окислительные процессы еще до проведения технологических операций. В свою очередь окисление белков приводило к потере их функциональных свойств при умеренных значениях pH мышечной ткани.

ГЛАВА 6. Выявление и идентификация патогенных микроорганизмов при убое и первичной переработке свиней

В главе представлены результаты по изучению распространения микроорганизмов при убое свиней и оценке микробиологических рисков, связанных с возможностью распространения патогенов при увеличении объемов получения субпродуктов на пищевые цели.

Отбор субпродуктов проводили на конвейере убоя и первичной переработки, сразу после убоя свиней, нутровки туш и их предварительной обработки, без охлаждения. Для выявления патогенных микроорганизмов пробы отбирали методом смыва, без обеззараживания поверхности. Полученные результаты (табл.10), показали, что *L. monocytogenes*, не были выявлены ни в одном из исследованных образцов субпродуктов. В то же время микроорганизмы рода *Salmonella* spp выявлены в языках, печени и головах. Количество случаев выявления *Salmonella* spp в печени было несколько больше, чем в свином языке и головах, что могло быть результатом перекрестной контаминации при выделении субпродуктового комплекта. *Campylobacter* spp выявлен только в одном виде субпродуктов – в почках; частота выявления составила 20% от общего количества исследованных образцов. Данный патогенный микроорганизм, как и *Salmonella* spp*,* мог контаминировать почки после убоя на этапе первичной переработки, например, в случае нарушения целостности желудочно-кишечного тракта. На поверхности охлажденных свиных туш он практически не обнаруживается, поскольку не развивается при низких температурах, низкой влажности. *S.aureus* выявлен только в свином языке в 10% исследованных образцов. Обнаружение *S.aureus* в языке объяснялось его развитием в носовых пазухах животных. *E.coli* были заражены печень, почки и сердце, в наибольшем количестве - образцы печени. *E.coli* считается индикатором фекального загрязнения и возможного присутствия кишечных патогенов, используется в качестве показателя санитарно-гигиенического состояния производства. В отличие от *Salmonella* spp*,* она всегда присутствует в желудочно-кишечном тракте свиней.

В 70% образцов свиной печени выявлены *Pseudomonas* spp. Псевдомонады выявлены также в смывах с почек и свиных голов. При проведении исследований в 2-х образцах свиных почек (10%) обнаружены *Klebsiella spp* и *Ewingella americana*. *Klebsiella* является условно-патогенным микроорганизмом. Однако она может

Таблица 10 - Результаты исследования субпродуктов на наличие патогенных и условно патогенных микроорганизмов (N=100, n=20)

Микроорганизм	Выявление патогенных и условно патогенных микроорганизмов в субпродуктах				
	Язык	Печень	Почки	Сердце	Головы
Salmonella spp	обн (40%)*	обн (60%)	н/о	н/о	обн (30%)
L. monocytogenes	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Campylobacter spp	н/о	н/о	обн (20%)	н/о	н/о
S.aureus	обн (10%)	н/о	н/о	н/о	н/о
E.coli	н/о	обн (30%)	обн (10%)	обн (10%)	н/о
Pseudomonas spp	н/о	обн (70%)	обн (30%)	н/о	обн (20%)
Klebsiella spp	н/о	н/о	обн (10%)	н/о	н/о
Ewingella americana	н/о	н/о	обн (10%)	н/о	н/о
Enterobacter spp	н/о	обн (10%)	обн (10%)	н/о	обн (10%)
Clostridium spp	н/о	обн (20%)	обн (20%)	н/о	н/о
Staphylococcus spp	обн (30%)	н/о	н/о	н/о	обн (40%)
Acinetobacter spp	н/о	обн (20%)	обн (30%)	н/о	н/о
Aeromonas spp	н/о	обн (10%)	обн (20%)	н/о	н/о
Обозначения: н/о – не обнаружен(ы); обн – обнаружен(ы). * в скобках указан процент контаминированных образцов					

вызывать тяжелые заболевания, такие как септицемия, пневмония и инфекции мягких тканей. *Ewingella americana* - грамотрицательная, ферментирующая лактозу, оксидазоотрицательная и каталазоположительная бактерия, которая была впервые описана, как новый род и вид семейства *Enterobacteriaceae,* в 1983 году. Опираясь на литературные данные, было сделано предположение: наличие в свиных почках этого возбудителя свидетельствует о том, что животное могло перенести соответствующее заболевание при жизни.

В ходе выполнения исследования установлено наличие бактерии рода *Clostridium* в печени и почках, что указывало на возможную контаминацию этих субпродуктов с туш. Стафиллококки были обнаружены, соответственно, в 30% языков и 40% голов. В этот род входят патогенные и условно патогенные виды. Обнаружение стафиллококков соответствовало их среде обитания: они колонизируют кожу, слизистые ткани носоглотки и ротовой полости животных.

Представители рода *Acinetobacter* spp были обнаружены на почках и печени. Эти грамотрицательные аэробные микроорганизмы широко распространены в окружающей среде, крайне живучи, выносят длительное высушивание в течение месяца, могут заселять биотические и абиотические поверхности. Аэромонады также были обнаружены в почках и печени. *Aeromonas* spp. являются индикатором санитарно-гигиенического состояния технологического и вспомогательного оборудования, инвентаря, спецодежды и средств индивидуальной защиты рабочих. Проведенные исследования показали о наличии риска распространения микроорганизмов с субпродуктами. Наиболее контаминированными признаны печень и почки.

Далее было проведено исследование по определению возможных путей контаминации при производстве субпродуктов, на примере печени и почек. Печень отбирали в парном виде, а почки не выделяли, оставляя их на парных полутушах, которые направляли на охлаждение. Правые полутуши через 24 часа после убоя направляли в сырьевой цех, выделяли почки для микробиологических исследований в лаборатории и делали смыв с внутренней поверхности полутуш перед разделкой,

обвалкой и жиловкой. Оставшиеся левые полутуши хранили еще 1 сутки, а через 48 часов также делали смыв с внутренней поверхности для подтверждения результатов микробиологических исследований правых полутуш. При исследовании полутуш, печени и почек (табл. 11) было идентифицированы 32 рода микроорганизмов, представленных 75 видами. На свиных полутушах обнаружено 28 родов микроорганизмов, 10 из которых были обнаружены при исследовании и в парной печени, а 3 рода - *Carnobacterium* spp, *Shewanella* spp и *Streptococcus* spp - были обнаружены при исследовании печени и не были выявлены при анализе микрофлоры полутуш. Предположительно контаминация микроорганизмами этих трех родов произошла после выделения печени. Было отмечено, что 6 родов микроорганизмов при исследовании печени и полутуш совпали до видов, что позволяло предположить, общую контаминацию полутуш и печени. На почках, которые были подвергнуты охлаждению совместно с полутушей, были обнаружены 17 родов микроорганизмов из 28 родов выявленных на тушах. При этом на почках было выявлено еще 3 рода, не представленных на тушах - *Shewanella* spp, *Sphingobacterium* spp, *Sphingomonas* spp. Они был представлены следующими видами: *Shewanella baltica* (продуцирует сероводород и считается основной бактерией, вызывающей порчу морских морепродуктов, хранящихся при низкой температуре); *Sphingobacterium spiritivorum* (известна по выявлению у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких, способна вызывать бактериемию, перитонит и хронические респираторные инфекции у пациентов с тяжелыми сопутствующими заболеваниями); *Sphingomonas koreensis* (способен вызывать менингит, впервые был выделен из минеральной воды).

Семь 7 видов микроорганизмов *Ent. cloacae, E.coli, Macr. caseolyticus, Ps. azotoformans, Ps. fragi, Ps. fulva, Ps. putida* присутствовали и на полутушах, и на субпродуктах, что позволило выделить их в качестве наиболее распространенных в производственной среде уже на первых этапах производства. Из них 4 вида относились к псевдомонадам, вызывающим порчу. Из 7 видов 3 микроорганизма были обнаружены на всех исследованных объектах - *Ent.cloacae, E.coli* и *Macr.caseolyticus*.

На объектах производственной среды были обнаружены микроорганизмы, принадлежащие к 20 родам и 35 видов. Хотя видовое разнообразие микрофлоры было меньше, чем мясе и субпродуктах, прослеживались представители микроорганизмов выделеных ранее - *C.lambica, C.zeylanoides, Ew.americana, Br.thermosphacta, Macr.caseolyticus, Ps.libanensis, Ps.fragi, Ps.vancouverensis, Ps.azotoformans, Ps. chlororaphis, Ps. fluorescens, Ps. putida.* Как и на мясе, и на субпродуктах, псевдомонады были наиболее разнообразной микрофлорой, представленной на объектах производственной среды. В шпарчане, несмотря на высокую температуру воды (62-63°C), было идентифицировано 6 видов микроорганизмов, из них наиболее представленными были псевдомонады и лактобациллы. Согласно полученным результатам, только один из трех микроорганизмов, выделенных на всех исследуемых биотических объектах, был обнаружен на абиотическом объекте производственной среды - *M. caseolyticus*. Он был обнаружен и на столе для обработки почек. Очевидно, что его источником были контаминированные почки.

Микроорганизмы *Ew. americana*, *Candida lambica* и *Br.thermosphacta* были обнаружены при исследовании туш (после охлаждения и через 48 часов хранения) и почек, а также при исследовании чаши для субпродуктов и стен в холодильнике. Учитывая, анатомическое расположение почек и обнаружение в них вышеперечисленных микроорганизмов было предположено, что источником заражения являлись биотические объекты. Предотвращение подобных контаминаций требует изменения процедур мойки и дезинфекции помещений и оборудования.

Staphylococcus haemolyticus из исследованных биотических объектов был обнаружен на печени, а при исследовании абиотических объектов - в чаше для субпродуктов.

Таблица 11 - Идентификация патогенных и условно патогенных микроорганизмов, выделенных из туш (N=20) и субпродуктов (MALDI-TOF)

	Род	Полутуша 24 час после убоя		Полутуша 48 час после убоя		Печень парная		Почки 24 час после убоя	
1	*Aeromonas* spp	*A.molluscorum*	10%	н/о		*A.hydrophila*	20%		
		*A.salmonicida**	10%					*A.salmonicida*	10%
		Aeromonas spp	10%					*Aeromonas spp*	10%
2	*Arthrobacter* spp	*Ar.agilis*	10%			н/о		*Ar.woluwensis*	10%
		Ar.gandavensis	10%						
		Ar.polychromogenes	10%	*Ar.polychromogenes*	10%				
		Ar.russicus	10%						
3	*Acinetobacter* spp	н/о		*Ac.baumannii*	10%	н/о		*Ac.johnsonii*	10%
4	*Bacillus* spp	*B.coagulans*	10%	н/о		н/о		н/о	
		B.sonorensis	10%						
5	*Brochothrix* spp	*Br.thermosphacta*	60%	*Br.thermosphacta*	40%	н/о		*Br.thermosphacta*	10%
6	*Burkholderia* spp	н/о		*Burkh. cepacia*	10%	н/о		*Burkh. cepacia*	10%
7	*Candida* spp	*C.lambica*	20%	*C.lambica*	10%			*C.lambica*	10%
		C. utilis	10%	*C. valida*	10%	н/о		н/о	
		C.zeylanoides	10%						
		C. krusei	10%						
8	*Clostridium* spp	*Cl. cochlearium*	10%	*Cl. bifermentans*	10%	*Cl. tertium*	10%	*Cl.chauvoei*	10%
9	*Corynebacterium* spp	*Corynebacterium spp.*	10%	н/о		н/о		н/о	
10	*Carnobacterium* spp	н/о		н/о		*Car. maltaromaticum*	10%	н/о	

Продолжение таблицы 11.

	Род	Полутуша 24 час после убоя		Полутуша 48 час после убоя		Печень парная		Почки 24 час после убоя	
11	*Enterobacter spp*	*Ent. cloacae*	10%	*Ent. cloacae*	40%	*Ent. cloacae*	10%	*Ent. cloacae*	20%
						Ent. asburiae	10%		
12	*Enterococcus spp*	*Ent. faecalis*	10%	*Ent. faecalis*	10%	н/о		н/о	
13	*Escherichia spp*	*E.coli*	80%	*E.coli*	70%	*E.coli*	20%	*E.coli*	10%
14	*Ewingella spp*	*Ew. americana*	50%	*Ew. americana*	80%	н/о		*Ew. americana*	10%
15	*Hydrogenophaga spp*	н/о		*H.pseudoflava*	10%	н/о		н/о	
16	*Klebsiella spp*	н/о		*Kl. oxytoca*	10%	н/о		*Kl. oxytoca*	10%
17	*Lactobacillus spp*	*L. kefiri*	20%	*L. crispatus*	10%	н/о		н/о	
		L. salivarius	10%	*L. plantarum*	10%				
				L.crispatus	10%				
18	*Luteococcus spp*	*Luteococcus japonicus*	10%	н/о		н/о		н/о	
19	*Microbacterium spp*	*M. liquefaciens*	10%	н/о		н/о		M. liquefaciens	10%
20	*Macrococcus spp*	*Macr. caseolyticus*	30%	*Macr. caseolyticus*	20%	*Macr. caseolyticus*	10%	*Macr.caseolyticus*	20%
21	*Pantoea spp*	*P.agglomerans*	20%	*P.agglomerans*	60%	н/о		н/о	

Продолжение таблицы 11.

	Род	Полутуша 24 час после убоя		Полутуша 48 час после убоя		Печень парная		Почки 24 час после убоя	
22	*Pluralibacter spp*	н/о		*Pl. gergoviae*	10%	н/о		н/о	
23	*Pseudomonas spp*	*Ps. azotoformans*	10%			*Ps. azotoformans*	10%		
		Ps.brenneri	20%					*Ps.brenneri*	10%
		Ps. cedrina	10%			*Ps. chlororaphis*	10%		
		Ps. fluorescens	60%						
		Ps. fragi	10%	*Ps. fragi*	80%	*Ps. fragi*	10%		
				Ps. fulva	10%	*Ps. fulva*	10%		
		Ps. gessardii	30%	*Ps. gessardii*	10%			*Ps. gessardii*	10%
		Ps. graminis	10%	*Ps. graminis*	10%			*Ps. indica*	10%
		Ps. libanensis	80%						
		Ps. proteolytica	30%						
				Ps. putida	10%	*Ps. putida*	10%		
		Ps. rhodesiae	10%	*Ps. taetrolens*	10%	*Ps. savastanoi*	10%		
		Ps.synxantha	10%						
		Ps. tolaasii	30%	*Ps. tolaasii*	10%			*Ps. tolaasii*	20%
		Ps. vancouverensis	20%						
		Ps. veronii	10%						
24	*Psychrobacter spp*	н/о		*Psychrobacter ssp*	10%	н/о		н/о	
25	*Rothia spp*	*R. endophytica*	10%	*R. endophytica*	20%	н/о		н/о	
26	*Serratia spp*	*S. fonticola*	10%	н/о		н/о		н/о	
27	*Shewanella spp*	н/о		н/о		*Sh. profunda*	20%	*Sh. baltica*	10%

Окончание таблицы 11.

	Род	Полутуша 24 час после убоя		Полутуша 48 час после убоя		Печень парная		Почки 24 час после убоя	
28	*Sphingobacterium spp*	н/о		н/о		н/о		*Sph. spiritivorum*	10%
29	*Sphingomonas spp*	н/о		н/о		н/о		*Sphing. koreensis*	10%
30	*Staphylococcus spp*	*St. saprophyticus*	10%	*St. equorum*	20%	*St. haemolyticus*	10%	н/о	
		St. simiae	10%	*St. xylosus*	10%				
31	*Streptomyces spp*	н/о		*Strept. badius*	10%	н/о		н/о	
32	*Streptococcus spp*	н/о		н/о		*Streptococcus canis*	10%	н/о	

* желтым тоном выделены ячейки с микроорганизмами, обнаруженными в двух и более исследованных объектах.

Анализ полученных данных по выявлению и идентификации микроорганизмов показал, что в значительной мере субпродукты контаминированы микрофлорой производственной среды. Также было показано, что микрофлора субпродуктов содержит значительное количество патогенных и условно патогенных видов, источником которых могут быть человек, животные и производственные объекты.

ГЛАВА 7. Современная модель комплексного использования пищевого сырья

Глава посвящена созданию современной модели комплексного использования пищевого сырья, получаемого от свиней, интенсивно растущих свиней. Модель может быть применена на конкретных производствах в неизменном виде и/или с учетом особенностей отдельных предприятий.

Согласно общей концептуальной схеме переработки продуктов убоя свиней с созданием дополнительной стоимости субпродуктов (рис. 18), комплексный подход к переработке пищевых продуктов убоя (основных и побочных) должен строиться на оценке объемов их образования на каждом предприятии. В зависимости от таких факторов, как генотип и фенотип животных, их здоровье и благополучие, наличие определенных производственных условий, навыки персонала и пр., объемы пищевого сырья могут колебаться в большую или меньшую стороны. Комплексный подход основывается на постулате о необходимости максимального сбора и использования всего пищевого сырья, с учетом специфики отклонений по отдельным позициям.

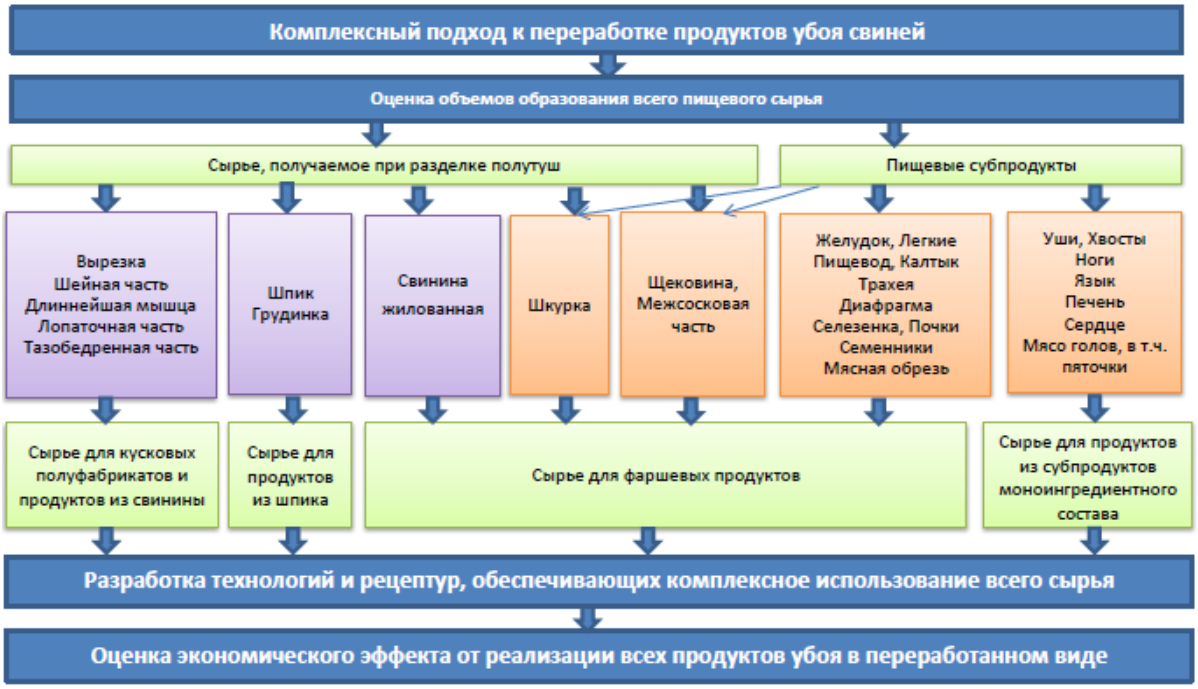


Рисунок 18 - Общая концептуальная схема переработки продуктов убоя свиней с созданием дополнительной стоимости субпродуктов

Пищевые субпродукты, главным образом, получают и обрабатывают непосредственно при убое животных, за исключением шкуры, щековины, межсосковой части. При убое одновременно с субпродуктами получают основное сырье – свиные полутуши (туши). Анализ показал, что наиболее ценную часть свиной туши выгоднее реализовать в виде полуфабрикатов. После выделения наиболее ценных частей туши, свинина жилованная может быть направлена в колбасное производство и переработана без добавления субпродуктов, но ее переработка с малоценными субпродуктами представляет значительный интерес. Ряд субпродуктов таких, как уши, хвосты, ноги, пятачки, мясо голов, широко используют для производства монопродуктов. Печень и

сердце, как правило, достаточно хорошо реализуются в сыром виде, но их также часто используют в рецептурах различных видов мясной продукции. Мясо голов обычно не реализуют в розничной торговле, а используют как для продуктов моноингредиентного состава, или в рецептурах различных видов мясной продукции, в том числе взамен основного сырья.

Статистические данные и опрос предприятий показали, что производители не направляют все пищевые субпродукты в производство мясной продукции, в особенности, малоценные, что объясняют, главным образом, отсутствием технологий и рецептур.

Построенная балансовая модель переработки свиньи со средней живой массой 120 кг (рис. 19), показывает количество образованного сырья. При таком подходе от свиньи получается 23,02 кг жилованной свинины и практически столько же (22,13 кг) побочного сырья, в том числе мясо голов, пищевая кровь, жир-сырец и пр. Наибольшие трудности предприятия испытывают по использованию малоценных субпродуктов. Исходя из соотношений объемов их образования, были разработаны 8 вариантов субпродуктовых смесей.

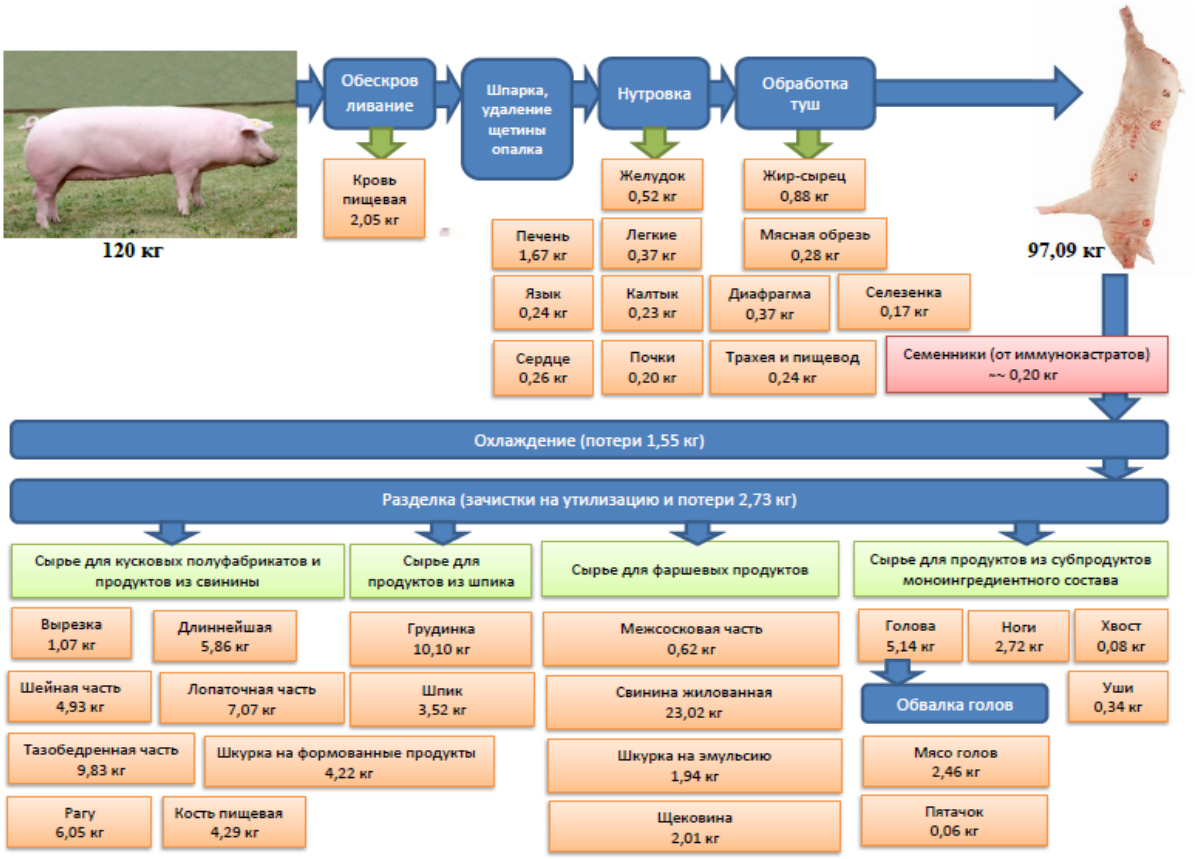


Рисунок 19 - Баланс образования сырья для колбасного производства при убое и переработке свиней средней живой массы 120 кг с получением свинины 2 класса

Экономическая эффективность переработки субпродуктов была оценена путем сравнения трех вариантов переработки продуктов убоя свинины: 1-й – реализация мяса и субпродуктов в непереработанном виде; 2-й – реализация мяса после переработки (мясная продукция, готовая к употреблению) и реализация субпродуктов в непереработанном виде; 3-й – реализация мяса и субпродуктов в переработанном виде (мясная продукция, готовая к употреблению).

Стоимость всей продукции, полученной от переработки 1 свиньи массой 120 кг по 1-у варианту, составила 14169,79 рублей, при этом на субпродукты приходилось 5,8%.

При реализации мясного сырья в виде переработанной мясной продукции, например, кусковых мясных полуфабрикатов, общая стоимость продукции возрастала до 26740,14 рублей. Однако придание мясу добавленной стоимости в этом варианте приводило к снижению доли субпродуктов в общей стоимости продукции до 3,7%, к их обесцениванию в понимании бизнес-организаций и отсутствию экономической мотивации у изготовителей собирать все пищевые субпродукты, учитывая их незначительный вклад в общую стоимость. Для расчета экономической модели возможного изменения доли субпродуктов в общей стоимости мясной продукции при условии их полного сбора и переработки (3-й вариант) были выбраны разработанные рецептуры кровяных колбас «Степной» и «Монастырской», внесенных в ГОСТ Р 54670, и колбасы со смесью субпродуктов. При разработке колбасы «Монастырской», помимо крови, было предусмотрено максимальное использование различных свиных субпродуктов: шкурки свиной, межсосковой части, почек, легких, сердца и щековины. Рецептура колбасы «Степной» предусматривает использование жиросырья и коллагенсодержащего сырья (соединительная ткань и хрящи от жиловки мяса) и субпродуктов (шкурка свиная, межсосковая часть, уши свиные, мясо свиных ног). Доля стоимость мясной продукции из субпродуктов в этом случае составила 11,3% от общей стоимости продукции (29043,02 рублей).

Полученные результаты демонстрируют незаинтересованность изготовителей в сборе всех пищевых субпродуктов в случае, когда предприятие реализует побочные продукты убоя в непереработанном виде, особенно, если мясо реализуется в виде полуфабрикатов и/или переработанной мясной продукции. Переработка субпродуктов позволяет увеличить их стоимость в 3,97 раза по отношению к исходной стоимости субпродуктов. При этом, суммарная стоимость продукции может быть увеличена, как минимум в 2,05 раза. Таким образом, реализовать все получаемые продукты убоя с наибольшим экономическим эффектом возможно только при их переработке, что, в свою очередь, требует разработки технологий и ассортимента мясной продукции с субпродуктами, представляющих производителям и потребителям широкий выбор таких продуктов.

ГЛАВА 8. Разработка частных технологий мясной продукции с субпродуктами

В главе приведены разработанные технологии, предусматривающие расширение использования пищевого сырья, в частности, проведены исследования свиных семенников. Установлено, низкое значение массовой доли жира, при высоких значениях массовой доли белка; содержание белка в оболочке было достоверно ($p=0.0015$) выше в 1,6 раза, чем в теле семенника; массовая доля триптофана в теле и в оболочке семенников достоверно не различалась ($p=0.3182$), но была ниже, чем в свинине. Разработана технология производства колбасного изделия с семенниками после их обработки (рис. 20), разработаны субпродуктовые смеси и колбасы с их применением (рис. 21) и разработаны монопродукты из коллагенсодержащего сырья.

Рисунок 20 - Технологическая схема производства вареных колбас с семенниками

Рисунок 21 - Технологическая схема производства вареных колбас с субпродуктовой смесью

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ВЫВОДЫ

1. На основании анализа получаемых продуктов убоя от гибридного поголовья свиней на предприятиях Белгородской, Липецкой, Тамбовской и Пензенской областей за период 2019-2021 гг. установлено, что увеличился выход пищевых продуктов убоя в сравнении с нормами 1997 года, за счет повышения выхода мяса на кости с 65,95±0,71 до 72,33±0,85 % ($p<0,005$) к живой массе, с одновременным снижением выхода жира-сырца, в результате изменения генетического фонда и внедрения интенсивных технологий выращивания.

2. Проведен анализ основных направлений использования свиных субпродуктов, получаемых на промышленных предприятиях. Определены основные причины низкого объема реализации субпродуктов на пищевые цели. В среднем до 30-40% субпродуктов на этапе первичной переработки свиней имеют проблемы качества и безопасности, а в отдельных случаях до 90% (легкие) от объема их образования. Разработана система градации качества свиных желудков в зависимости от степени проявления катарального воспаления.

3. Проведены микробиологические исследования свиных туш, субпродуктов и объектов производственной среды, демонстрирующие наличие микробиологических рисков, связанных с реализацией субпродуктов в неперработанном виде. Идентифицировано 32 рода и 75 видом микроорганизмов, в том числе потенциально опасных возбудителей пищевых инфекций. Определены 7 видов микроорганизмов наиболее распространенных в производственной среде уже на первых этапах производства: *Enterobacter cloacae, E.coli, Macrococcus caseolyticus, Pseudomonas azotoformans, Pseudomonas fragi, Pseudomonas fulva, Ps. putida*. Установлено, что до 50% видов микроорганизмов, обнаруженных на абиотических объектах, обнаруживаются далее на биотических объектах.

4. Разработана научная концепция повышения объемов субпродуктов, используемых на пищевые цели. Установлены факторы и определены критерии, отвечающие за повышение объемов пищевых продуктов убоя. Управление следующими факторами - содержание животных, гуманное предубойное содержание животных, гуманный убой животных, санитарный статус животного, санитарное состояние предприятий по убою и первичной переработке, дифференциация субпродуктов по качеству, новые технологии, новые научные знания, в том числе о ранее не использованных продуктах убоя, и ассортимент продукции - позволит определять объемы переработки субпродуктов и управлять их использованием с повышением экономических показателей производства, а также с учетом существующих рисков.

5. На основании анализа субпродуктов с использованием традиционных и эксклюзивных методических подходов изучены изменения, протекающие в них в процессе хранения, в том числе демонстрирующие изменение белкового профиля, разработаны сенсорные профили субпродуктов свежих и сомнительной свежести для проведения контроля их качества органолептическим методом. Определены соединения, которые формируют аромат свежих и несвежих субпродуктов. Разработан инструментальный метод оценки свежести субпродуктов.

6. Проведенная оценка распределения свинины от гибридных интенсивно растущих свиней по pH показала, что 71,3% туш имеют pH_{24} в интервале от 5,50 до 5,79. Общая вероятность того, что у охлажденной туши будет pH_{24} в достаточно узких пределах от 5,50 до 5,79, составила 0,708. Установлена слабая корреляционная связь между значением pH_{24} и функционально-технологическими характеристиками свинины. Коэффициенты корреляции между изменением pH_{24} и показателями цвета L и b*, соответственно, составили -0,4955 и -0,5001. Слабая корреляционная связь наблюдалась и с ВСС (-0,4325).

7. На основании обобщения результатов длительных исследований образцов *m. Longissimus dorsi*, полученных при убое гибридных интенсивно растущих свиней были определены признаки, которые позволили классифицировать образцы по состоянию мышечной ткани следующим образом: без признаков миопатии, с умеренно выраженной миопатией и с выраженной миопатией. Разработаны методические рекомендации по проведению гистологических исследований для выявления миопатии. Подана заявка на патент. Установлено, что доля образцов свинины с умеренно выраженной миопатией в общем количестве образцов составляет 38, 9%, с выраженной миопатией - 16,7%. 44,44% образцов не имели признаков миопатии.

8. Разработаны частные технологии мясной продукции, предусматривающие расширение объемов использования побочного сырья. Проведенные комплексные исследования свиных семенников соответствуют разработанной научной концепции по увеличению доли субпродуктов, используемых на пищевые цели. На основании полученных результатов, разработана технология производства мясной продукции с использованием модифицированных семенников. Разработаны монопродукты из коллагенсодержащего сырья. Разработаны смеси субпродуктов с учетом построенной балансовой модели переработки свиньи со средней живой массой 120 кг. Проведена опытно-промышленная апробация разработанных технологий и рецептур.

9. На основании проведенных технологических и экономических расчетов по переработке свинины живой массой 120±5 кг показано, что при реализации субпродуктов в непереработанном виде их доля в общей стоимости получаемого сырья составляет 5,8%. Реализация субпродуктов в переработанном виде позволяет увеличить их стоимость в 3,97 раза.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Монографии, книги, учебные пособия

1. Мясная промышленность. Энциклопедический словарь/Сост.:А. Б. Лисицын, И. М. Чернуха, А. А. Семенова, Л. С. Кудряшов, В. Б. Крылова, А. В. Устинова, А. Н. Иванкин, С. И. Хвыля, Ю. Г. Костенко, Т. Г. Кузнецова, **В. В. Насонова** и др.– М.: ВНИИМП, 2015. – 256 с.
2. Пищевые ингредиенты в продуктах питания: от науки к технологиям под ред. В.А. Тутельяна, А.П. Нечаева, М.Г. Балыхина. 2-е изд., испр. и доп. М.:МГУПП. – 2021.-664 с. - ISBN 978-5-9920-0377-2. Раздел Пищевые добавки в мясной промышленности./ А. А. Семенова, Е. К. Туниева, Н. Л. Вострикова, **В. В. Насонова**, Л.А. Веретов.- с. 499-531.
3. Глазкова И.В. «Вопросы цветообразования мясопродуктов. Современные технологические решения»./Глазкова И.В., Артамонова М.П., Бухтеева Ю.М., Пчелкина В.А., **Насонова В.В.**, Кузнецова О.А., Яремчук В.П.//Учебное пособие. – 2015.- ISBN 978-5-901768-25-9.
4. Артамонова М.П. «Определение свежести мяса» / Артамонова М.П., Бухтеева Ю.М., Шалимова Т.А., Пчелкина В.А., **Насонова В.В.**, Кузнецова О.А.// Учебно-методическое пособие. –2016.
5. Мясная продукция. Технология, качество и потребительская оценка учебное пособие. Под ред. А.Б. Лисицына и В.Н. Ивановой – М.: ТД ДеЛи, 2020. – 374 с. - ISBN: 978-5-6042712-6-1 /Лисицын А.Б., Иванова В.Н., Чернуха И.М., **Насонова В.В.** и др.

Статьи, индексируемые в международных базах данных Web of Science и Scopus

6. Некрасов, Р.В. Влияние дигидрокверцетина на клинические и биохимические показатели крови у свиней в условиях стрессовых нагрузок / Р.В.

Некрасов, Н.В. Боголюбова, А.А. Семенова, **В.В. Насонова**, Е.К. Полищук // Вопросы питания. – 2021. -Т. 90. -№ 1(533). - С. 74-84.

7. Lisitsyn, A. Approaches in animal proteins and natural polysaccharides application for food packaging: edible film production and quality estimation / Lisitsyn, A., Semenova, A., **Nasonova, V**., Revutskaya, N., Kozyrev, I., Polishchuk, E., Kotenkova, E. // Polymers. – 2021. -Т. 13. -№ 10. DOI:10.3390/polym13101592

8. Semenova, A.A. Psiii-17 program chair poster pick: a study on the effect of dihydroquercetin added into a diet of growing pigs on meat quality / Semenova, A.A., **Nasonova, V.V.**, Kuznetsova, T.G., Tunieva E.K., Bogolyubova, N.V., Nekrasov, R.V. // Journal of Animal Science. -2020. - Т. 98. - № S4. - С. 364. DOI:10.1093/jas/skaa278.639

9. Семенова, А.А. Использование антиоксидантов в качестве адаптогенов для свиней (sus scrofa domesticus erxleben, 1777) (мета-анализ) / А.А. Семенова, Т.Г. Кузнецова, **В.В Насонова**, Р.В. Некрасов, Н.В. Боголюбова, Е.Ю. Цис // Сельскохозяйственная биология.- 2020. - Т. 55.- № 6. - С. 1107-1125

10. Semenova, A. Effect of modeled stress and adaptogens on microstructural characteristics of pork from fast-growing hybrid animals / Semenova A., Kuznetsova T., **Nasonova V.**, Nekrasov R., Bogolubova N. // Potravinarstvo. - 2020. - Т. 14. - № 1. - с. 656-663

11. Semenova, A. Volatile aroma compounds in moskovskaya cooked smoked sausage formed in different types of casings / Semenova, A., Ivankin, A., Kuznetsova, T., Dydykin, A., **Nasonova, V.**, Mileenkova, E. // Foods and Raw Materials. - 2019. - Т. 7. - № 1. - С. 168-176. DOI:10.21603/2308-4057-2019-1-168-176

12. Lisitsyn, A.B. Study of the effect of sex and type of muscles on the development of quality defects in turkey meat after the slaughter/ Lisitsyn, A.B., Semenova, A.A., Kuznetsova, T.G., Dydykin, A.S., **Nasonova, V.V.** // Foods and Raw Materials.- 2018.- Т. 6.- - с. 63-70

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК

13. **Насонова, В.В.** Технология sous-vide для производства продуктов из говядины / В.В. Насонова, Е.К. Туниева, Е.В. Милеенкова, А.А. Мотовилина // Мясная индустрия.- 2022. - № 2. - с. 27-32

14. Туниева, Е.К. Влияние термической обработки на окисление жиров и белков / Е.К. Туниева, **В.В. Насонова**, А.А. Мотовилина, Е.В. Милеенкова // Все о мясе.- 2022. - № 2.- с. 10-13

15. Синичкина, А.И. Влияние расстояния транспортирования свиней на показатели качества продуктов убоя при использовании технологии газового обездвиживания /А.И Синичкина, А.А Семенова, **В.В. Насонова**, Т.Г. Кузнецова // Все о мясе.- 2022.- №2.- с. 27-31

16. Ревуцкая, Н.М. К вопросу отделения влаги в упаковке мяса и мясных полуфабрикатов / Н.М. Ревуцкая, **В.В. Насонова**, М.С. Андронова // Все о мясе.- 2022.- № 2.- с. 3-5

17. **Насонова, В.В.** Влияние ингредиентов с антиокислительными свойствами на показатели качества говяжьего фарша /В.В. Насонова, Н.М. Ревуцкая, Е.К. Туниева // Мясная индустрия. -2022.- № 3.- с. 20-23

18. **Насонова, В.В.** Влияние параметров низкотемпературной обработки на структурные и органолептические свойства коллагенсодержащего мясного сырья / В.В. Насонова, Т.Г. Кузнецова, Е.К. Туниева, А.А. Мотовилина, Е.В. Милеенкова // Все о мясе. - 2021.- № 3.- с. 16-18

19. Богданова, Ю.И. Применение пробиотиков при производстве пищевой продукции / Ю.И. Богданова, **В.В. Насонова** // Все о мясе.- 2021.- № 4. - с. 26-29

20. Ревуцкая, Н.М. Альтернативные методы снижения "запаха хряка" в свинине / Н.М. Ревуцкая, **В.В. Насонова**, Т.Г. Кузнецова // Все о мясе.- 2021.- № 6. с. 40-42

21. Ревуцкая, Н.М. Способы повышения окислительной стабильности ливерных колбас и паштетов / Н.М. Ревуцкая, **В.В. Насонова** // Все о мясе.- 2021. - №4.- с. 44-46

22. Ревуцкая, Н.М. Изменение сенсорных характеристик мяса хряков при хранении в замороженном состоянии /Н.М. Ревуцкая, В.В. Насонова, Т.Г. Кузнецова, А.А. Лазарев // Все о мясе. - 2021.- № 1.- с. 48-51

23. **Насонова, В.В.** Влияние низкотемпературной обработки на сенсорные показатели продуктов из индейки / В.В. Насонова, Е.К. Туниева, А.А. Мотовилина, Е.В. Милеенкова // Мясная индустрия.- 2021.- № -8.- с. 20-23

24. **Насонова, В.В.** Способы переработки коллагенсодержащего сырья в пищевых целях /В.В. Насонова, Е.К. Туниева., Е.В. Милеенкова, А.А. Мотовилина // Мясная индустрия.- 2021.- № 11.- с. 22-25

25. **Насонова, В.В.** Влияние продолжительности тепловой обработки на формирование структуры свиных ушей / Насонова В., Т.Г. Кузнецова, Е.К. Туниева, А.А. Мотовилина, Е.В. Милеенкова // Мясная индустрия. - 2021.- № 6.- с. 22-25

26. Жаринов, А.И. Белковые добавки: особенности состава, свойств и использования при производстве мясной продукции / А.И. Жаринов, О.В. Кузнецова, **В.В. Насонова** // Мясная индустрия. -2021. - № 3.- с. 10-13

27. **Насонова, В.В.** Нетрадиционные источники эндокринно-ферментного сырья для производства варёных колбасных изделий / В.В. Насонова, А.А. Мотовилина, М.И. Бабурина, А.Н. Иванкин // Мясная индустрия.- 2021.- №1. - с. 42-45

28. Жаринов, А.И. Белковые добавки: особенности состава, свойств и использования при производстве мясной продукции / А.И. Жаринов, О.В. Кузнецова, **В.В. Насонова** // Мясная индустрия.- 2021.- № 8. - с. 12-17

29. Жаринов, А.И. Белковые добавки: особенности состава, свойств и использования при производстве мясной продукции / А.И. Жаринов, О.В. Кузнецова, **В.В. Насонова** // Мясная индустрия. -2021. - № 6.- С. 12-18

30. **Насонова, В.В.** Применение технологии су-вид для производства продуктов из птицы / В.В. Насонова, Е.К. Туниева, А.А. Мотовилина, Е.В. Милеенкова // Мясная индустрия. - 2021.- № 9. - с. 46-50

31. Жаринов, А.И. Белковые добавки: особенности состава, свойств и использования при производстве мясной продукции / А.И. Жаринов, О.В. Кузнецова, **В.В. Насонова** / Мясная индустрия.- 2021.- № 7.- с. 16-18

32. Жаринов, А.И. Белковые добавки: особенности состава, свойств и использования при производстве мясной продукции / А.И. Жаринов, О.В. Кузнецова, **В.В. Насонова** // Мясная индустрия. 2021.- № 4. - с. 16-19

33. Жаринов, А.И. Белковые добавки: особенности состава, свойств и использования при производстве мясной продукции / А.И. Жаринов, О.В. Кузнецова, **В.В. Насонова** // Мясная индустрия. -2021.- № 5. - с. 24-29

34. Жаринов, А.И. Белковые добавки: особенности состава, свойств и использования при производстве мясной продукции / А.И. Жаринов, О.В. Кузнецова, **В.В. Насонова** // Мясная индустрия.- 2021. - № 2. - с. 30-32

35. Velebit, B. Factors influencingmicrobial transmission in a meat processing plant / Velebit, B., Lakicevic, B., Semenova, A.A., Revutskaya, N.M., Yushina, Yu.K., **Nasonova V.V.** // Theory and Practice of Meat Processing.- 2021.- Т. 6. - № 2.- С. 183-190

36. Жаринов, А.И. Белковые добавки: особенности состава, свойств и использования при производстве мясной продукции / А.И. Жаринов, О.В. Кузнецова, **В.В. Насонова** // Мясная индустрия.- 2021.- № 9.- с.- 9-11

37. **Насонова, В.В.** Изменение цветовых характеристик кулинарных изделий из мяса индейки, изготовленных с применением низкотемпературной тепловой обработки / В.В. Насонова, Е.К. Туниева, А.А. Мотовилина, Е.В. Милеенкова // Все о мясе.- 2020. - № 5. - с. 22-24

38. **Насонова, В.В.** Влияние низкотемпературной обработки на формирование ароматических веществ полуфабрикатов из индейки / В.В. Насонова, Е.К. Туниева, А.А. Мотовилина, Е.В. Милеенкова, А.Д. Сакеллари // Все о мясе. - 2020. - № 5S. -с. 226-229

39. **Насонова, В.В.** Изучение влияния различных ингредиентов на органолептические и функционально-технологические свойства сердца говяжьего / В.В. Насонова, Е.В. Левина, М.П. Артамонова // Все о мясе.- 2020.- № 5. - с. 25-29

40. Ревуцкая, Н.М. Анализ пищевой и биологической ценности мяса некастрированных и кастрированных свиней / Н.М. Ревуцкая, **В.В. Насонова**, Т.Г. Кузнецова // Все о мясе.- 2020.- № 5S. - с. 297-299

41. Семенова, А.А. Изучение влияния скармливания дигидрокверцетина на антиоксидантный статус свиней и устойчивость продуктов убоя к развитию окислительных процессов / А.А. Семенова, **В.В. Насонова**, Р.В. Некрасов, Н.В. Боголюбова, А.В. Мишуров // Все о мясе.- 2020. -№ 5S. - с. 318-320

42. Кузнецова, Т.Г. Влияние гистологических особенностей на функциональные свойства животных белков / Т.Г. Кузнецова, **В.В. Насонова**, Е.К. Туниева, К.И. Спиридонов // Все о мясе. - 2020.- № 4. - с. 38-41

43. **Насонова, В.В.** Влияние низкотемпературной тепловой обработки на жирнокислотный состав и карбонильные соединения в мясе индейки, упакованном под вакуумом / В.В. Насонова, Е.К. Туниева, А.А. Мотовилина, Е.В. Милеенкова // Все о мясе. - 2020. - № 4. - с. 42-45

44. Милеенкова, Е.В. Изучение влияния замораживания на показатели качества мясного сырья, полученного от свинины с различным течением автолиза / Е.В. Милеенкова, Т.Г. Кузнецова, **В.В. Насонова** // Все о мясе. - 2020. - № 2. -с. 45-49

45. Семенова, А.А. Динамика процесса окисления сосисок молочных в разных оболочках при хранении / А.А. Семенова, **В.В. Насонова**, Н.М. Ревуцкая // Мясная индустрия.- 2020.- № 3. - с. 17-19

46. **Насонова, В.В.** Изменения белковых компонентов и минеральных веществ в мясе под действием тепловой обработки / В.В. Насонова, Е.К. Туниева, А.А. Мотовилина, Е.В. Милеенкова // Мясная индустрия.- 2020.- № 6. - с. 29-33

47. **Насонова, В.В.** Низкотемпературная обработка и формирование органолептических свойств мясной продукции / В.В. Насонова, Е.К. Туниева, А.А. Мотовилина, Е.В. Милеенкова // Мясная индустрия.- 2020.- № 2. - с. 30-34

48. **Насонова, В.В.** Низкотемпературная тепловая обработка и изменение цветовых характеристик продукции из мяса индейки / В.В. Насонова, Е.К. Туниева, А.А. Мотовилина, Е.В. Милеенкова // Мясная индустрия.- 2020.- № 9. - с. 32-35

49. Милеенкова, Е.В. Изучение изменений показателей качества полуфабрикатов, упакованных под вакуумом, в процессе хранения, полученных от свиней различного пола / Е.В. Милеенкова, **В.В. Насонова**, Т.Г. Кузнецова // Все о мясе. - 2019.- № 1. - с. 22-25

50. Ревуцкая, Н.М. Основные принципы формирования вкусо-ароматических свойств мясных продуктов при использовании мяса хряков / Н.М. Ревуцкая, **В.В. Насонова**, Т.Г. Кузнецова, А.А. Лазарев // Все о мясе.- 2019.- № 3. - с. 26-28

51. **Насонова, В.В.** Технология sous-vide - история, преимущества, современные тенденции / В.В. Насонова, Е.К. Туниева, А.А. Мотовилина, Е.В. Милеенкова // Все о мясе. -2019. - № 6. - с. 36-41

52. Ревуцкая, Н.М. Технологические способы снижения "запаха хряка" в мясной продукции / Н.М. Ревуцкая, **В.В. Насонова** // Все о мясе.- 2019.- № 6. - с. 52-55

53. **Насонова, В.В.** Использование эфирных растительных масел для сохранения цвета мясного фарша / В.В. Насонова, Е.К. Туниева, Н.О. Сахлазиду // Мясная индустрия.- 2019.- № 7. - с. 14-16

54. **Насонова, В.В.** Мясо индейки: производство, состав и свойства / В.В. Насонова, Е.К. Туниева, А.А. Мотовилина, Е.В. Милеенкова // Мясная индустрия.- 2019. - № 11.- с. 36-40

55. Spiridonov, K.I. Substantiation of the method of meat sample preparation for instrumental determination of consistency / Spiridonov, K.I., **Nasonova, V.V.**, Tunieva, E.K.// Theory and Practice of Meat Processing.- 2019.- Т. 4.- № 3. -с. 7-10

56. Semenova, A. A. Myopathy as a destabilizing factor of meat quality formation / Semenova, A.A., Kuznetsova, T.G., **Nasonova, V.V.,** Nekrasov, R.V., Bogolyubova, N.V. // Theory and Practice of Meat Processing.- 2019.- Т. 4.- № 3. - с. 24-31.

57. **Насонова, В.В.** Сравнительные исследования эффективности антиокислителей / В.В. Насонова, Е.К. Туниева // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология.- 2019.- Т. 9- № 3(30). - с. 563-569

58. **Насонова, В.В.** Перспективные пути использования субпродуктов / В.В. Насонова // Теория и практика переработки мяса.- 2018. -Т. 3.- № 3. - с. 64-73.

59. Лисицын, А.Б. Энциклопедия / А.Б. Лисицын, А.А. Семенова, **В.В. Насонова**, Л.А. Веретов, Н.А. Горбунова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология.- 2017.- Т. 5. -№ 978-5. - с. 903933

60. Становова, И.А. Методические подходы к определению количественного содержания коллагена в животных белках / И.А. Становова, Н.Л. Вострикова, А.А. Курзова, Т.Г. Кузнецова, **В.В. Насонова** // Все о мясе.- 2017.- № 3.- с. 11-13

61. Семенова, А.А. К вопросу определения структурно-механических характеристик гелей животных белков / А.А. Семенова, Н.А. Дроздова, В.В. **Насонова, Н.А.** Горбунова, К.И. Спиридонов // Все о мясе.- 2017.- №1. - с. 43-46

62. Никитина, М.А. Моделирование как метод научного познания сложных мясных систем / М.А. Никитина, А.Н. Захаров, **В.В. Насонова**, А.Б. Лисицын // Теория и практика переработки мяса.-2017. -Т. 2.- № 3.- с. 66-78

63. Ivankin, A.N. Biotechnology for formation of aromatic properties of national-foodstuffs on the basis of meat raw material under influence of bacterial crops and chromato-mass-spectrometric analysis of the flavoring components / Ivankin, A.N., Semenova, A.A., **Nasonova V.V.**, Kulikovsky, A.V., Vostrikova, N.L., Rogatin, A.I., Baburina, M.I. // Journal of Applied Biotechnology and Bioengineering. - 2017. -Т. 3. - № 4. - с. 366-372 DOI:10.15406/jabb.2017.03.00072

64. Иванкин, А.Н. Вкусо-ароматические компоненты пищевых рецептур, формируемые в присутствии бактериальных культур / А.Н. Иванкин, Г.Н. Фадеев, В.С. Болдырев, О.П. Прошина, А.В. Куликовский, А.А. Семенова, **В.В. Насонова** // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология.- 2017. -Т. 7. -№ 3 (22).- с. 124-136

65. Кузнецова, Т.Г. Сравнительный анализ качества мяса боровков и свиноматок / Т.Г. Кузнецова, **В.В. Насонова**, Л.И. Лебедева, Е.В. Милеенкова, Е.К. Туниева, А.А. Лазарев // Все о мясе. - 2017.- № 6. - с. 48-51

66. **Насонова, В.В.** Изучение возможности использования биофлавоноидов при производстве мясной продукции, устойчивой к окислительной порче / Насонова В.В. // Вопросы питания. -2016.- Т. 85.- № S2.- с. 207

67. Иванкин, А.Н. Определение ненасыщенных жирных кислот с мигрирующей двойной связью в сложных биологических матрицах методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным и масс-спектрометрическим детектированием / А.Н. Иванкин, Г.Л. Олиференко, А.В. Куликовский, И.М. Чернуха, А.А. Семенова, К.И. Спиридонов, **В.В. Насонова** // Журнал аналитической химии.- 2016. -Т. 71.- № 11. -с. 1188-1195

68. **Насонова, В.В.** Формирование показателей качества свинины / В.В. Насонова, Т.Г. Кузнецова, Л.И. Лебедева, Е.В. Милеенкова, А.А. Лазарев // Все о мясе. - 2016. - № 4. - с. 22-26

69. Куликовский, А.В Аналитические возможности определения пероксидного окисления белков животного происхождения / А.В. Куликовский, А.С. Николаева, **В.В. Насонова**, А.Н. Иванкин // Все о мясе. - 2016.- № 4. - с. 34-37

70. Лебедева, Л.И. Использование субпродуктов в России и за рубежом / Л.И. Лебедева, **В.В. Насонова,** М.И. Веревкина // Все о мясе.- 2016.- № 5. - с. 8-13

71. Лисицын, А.Б. Новый метод измельчения сырья в производстве вареных колбас / А.Б. Лисицын, Б.Р. Каповский, Т.Г. Кузнецова, **В.В. Насонова**, А.Н. Захаров, А.А. Мотовилина // Все о мясе.- 2016. - № 2. - с. 9-13

72. Семенова, А.А. Объективная оценка качества шпика / А.А. Семенова, Т.Г. Кузнецова, **В.В. Насонова**, К.И. Спиридонов, Ф.В. Адылов // Мясная индустрия. - 2016. - № 1.- с. 25-31

73. Лебедева, Л.И Способы обработки коллагеносодержащего сырья и субпродуктов / Л.И. Лебедева, **В.В. Насонова**, М.И. Веревкина // Мясная индустрия.- 2016. -№ 4. - с. 44-47

74. Спиридонов, К.И. Методы расчета йодного числа для оценки качества шпика / К.И. Спиридонов, А.А. Семенова, А.Н. Иванкин, **В.В. Насонова** // Мясная индустрия. -2016. - № 4.- с. 48-51

75. Лисицын, А.Б. Моделирование качества мясной продукции / А.Б. Лисицын, М.А. Никитина, А.Н. Захаров, Е.Б. Сусь, **В.В. Насонова** // Пищевая промышленность. - 2016. - № 10. -с. 50-54

76. Лебедева, Л.И. Субпродуктовые смеси как ингредиенты для колбасного производства / Л.И. Лебедева, **В.В. Насонова**, М.И. Веревкина // Все о мясе. - 2015.- № 3. - с. 8-11

77. Лисицын, А.Б. Компьютерные технологии для оценки качества мясного фарша в зависимости от количества добавленных белковых ингредиентов / А.Б. Лисицын, А.Н. Захаров, М.А. Никитина, Е.Б. Сусь, **В.В. Насонова** // Пищевая промышленность. - 2015. - № 10. -с. 38-41

78. Семенова, А.А. Влияние вакуумной сушки на устойчивость мясной продукции к окислительной порче/ А.А. Семенова, А.Н. Иванкин, **В.В. Насонова**, М.И. Гундарева // Все о мясе.- 2015. - № 1. - с. 16-19

79. Семенова, А.А. К вопросу стандартизации и оценки качества шпика/ А.А. Семенова, **В.В. Насонова**, М.И. Гундарева, К.И. Спиридонов // Все о мясе.- 2015. - № 1. - с. 4-8

80. Горбунова, Н.А. Нетрадиционные источники мясного сырья животного происхождения/ Н.А. Горбунова, **В.В. Насонова** // Все о мясе.- 2015. - № 5. - с. 46-51

81. Кузнецова, Т.Г. Влияние тепловой обработки на микроструктуру шпика / Т.Г. Кузнецова, А.А. Семенова, **В.В. Насонова**, К.И. Спиридонов // Мясная индустрия. - 2015. - № 4.-с. 34-37

82. **Насонова, В.В.** Гидролизаты белка как альтернатива глутамату натрия / В.В. Насонова, Е.К. Туниева // Мясная индустрия.- 2014. -№ 10. - с. 22-24

83. Лебедева, Л.И. Применение субпродуктов в колбасном производстве / Л.И. Лебедева, **В.В. Насонова**, М.И. Веревкина // Мясная индустрия. - 2013. - № 12.- с. 20-24

84. Гутник, Б.Е. О новых стандартах на мясные продукты /Б.Е. Гутник, Л.А. Веретов, **В.В. Насонова**// Все о мясе.- 2013.- № 3. - с. 24-27

85. Лисицын, А.Б. Технологический аудит в помощь мясоперерабатывающим предприятиям /А.Б. Лисицын, А.А. Семенова, **В.В. Насонова**, Л.А. Веретов // Все о мясе.- 2012.- № 4. - с. 22-23

86. **Насонова, В.В.** С нового года-новые стандарты / В.В. Насонова, Л.И. Лебедева, Л.А. Веретов, М.И. Гундарева // Все о мясе.- 2012.- № 5. - с. 8-11

87. Семенова, А.А. Вертикальная обвалка мяса / А.А. Семенова, **В.В. Насонова**, Ф.В. Холодов // Пищевая промышленность. - 2011. - № 10. -С. 14-15

88. **Насонова, В.В**. Производство полуфабрикатов с учетом национальных особенностей/ В.В. Насонова, Е.В. Милеенкова // Все о мясе.- 2011.- № 6. - с. 36-37

89. Семенова, А.А. Национальные стандарты на мясные продукты /А.А. Семенова, **В.В. Насонова**, Л.И. Лебедева, Л.А. Веретов, Е.Ф. Волкова // Все о мясе.- 2010.- № 4. - с. 12-15

90. **Насонова, В.В.** Технологии как самое широкое поле деятельности/ В.В. Насонова, Л.А. Веретов // Все о мясе.- 2010.- № 5. - с. 16-18

91. Семенова, А.А. Рациональное использование свинины в производстве мясопродуктов / А.А. Семенова, Л.И. Лебедева, **В.В. Насонова**, Л.А. Веретов // Все о мясе.- 2007. - 4. - С. 45-47

92. Семенова, А.А. Дигидрокверцетицин - перспективный натуральный антиокислитель /А.А. Семенова, **В.В. Насонова** // Все о мясе.- 2007.- 4. -с. 48-49

93. Семенова, А.А. Антиокислители нового поколения для мясной продукции / А.А. Семенова, **В.В. Насонова** // Мясная индустрия. - 2006. - № 2. - с. 33-36