ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ им. В.М. ГОРБАТОВА» РАН
(ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН)

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

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени доктора технических наук

Научный консультант: Семенова Анастасия Артуровна
доктор технических наук,
профессор

Москва - 2022

ВВЕДЕНИЕ…… 4
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ……. 14
1.1 Основные тенденции развития свиноводства на современном этапе…..……... 14
1.2 Исследования качества сырья, получаемого от интенсивного свиноводства ……..… 24
1.3 Актуальные проблемы безопасности пищевых продуктов убоя свиней…… 31
1.4 Отечественный и зарубежный опыт использования пищевых продуктов убоя сельскохозяйственных животных…….. 48
1.5 Заключение по анализу состояния проблемы. Постановка цели и задач исследования….……...… 60
ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ……. 62
2.1 Организация исследований…… 62
2.2 Объекты исследования……... 64
2.3 Методы исследования……..... 64
ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ОБРАЗОВАНИЯ И КАЧЕСТВА ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ, ПОЛУЧАЕМОГО ОТ УБОЯ СОВРЕМЕННОГО ПОГОЛОВЬЯ ГИБРИДНЫХ СВИНЕЙ ..……. 76
3.1 Изучение объемов производства мясного сырья и пищевых продуктов убоя, получаемых от интенсивного свиноводства …… 75
3.2 Анализ основных направлений использования субпродуктов…… 87
3.3 Изучение качества свинины…….. 106
ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА НАУЧНОЙ КОНЦЕПЦИИ ПОВЫШЕНИЯ ОБЪЕМА СУБПРОДУКТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НА ПИЩЕВЫЕ ЦЕЛИ…… 116
ГЛАВА 5. ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАДИЦИОННЫХ И СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ

ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКТОВ УБОЯ И ИХ ПРАКТИЧЕСКАЯ АПРОБАЦИЯ ……... 126

5.1 Развитие методов органолептической оценки субпродуктов 126

5.2 Изучение белкового состава субпродуктов……. 149

5.3 Изучение образования биогенных аминов…….. 160

5.4 Обоснование, разработка и практическая апробация новых методологических подходов к оценке качества свинины …..…….. 166

ГЛАВА 6. ВЫЯВЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ СВИНИНЫ…… 188

6.1 Оценка уровня контаминации свиных субпродуктов патогенными микроорганизмами…… 192

6.2 Оценка возможных путей контаминации субпродуктов патогенными и условно патогенными микроорганизмами…….. 198

ГЛАВА 7. СОВРЕМЕННАЯ МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ…… 213

ГЛАВА 8. РАЗРАБОТКА ЧАСТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ С СУБПРОДУКТАМИ…….. 233

8.1 Новые знания о ранее не использованных субпродуктах….. 233

8.2 Новые технологии переработки субпродуктов……. 249

8.3 Новые технологии подготовки субпродуктов для производства мясной продукции…… 257

8.4 Новые рецептуры мясной продукции, предусматривающие использование субпродуктов 265

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ВЫВОДЫ…….. 266

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 269

ПРИЛОЖЕНИЕ 307

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Согласно прогнозам, в следующие 30 лет население планеты вырастет почти на 35%, в первую очередь, за счет роста численности населения развивающихся стран. Увеличение населения к 2050 году, в сочетании с ростом уровня жизни в развивающихся странах, как ожидается, будет способствовать значительному росту спроса на белоксодержащие продукты животного происхождения. По данным ФАО мировое производство мяса должно увеличиться на 16% к 2025 году относительно 2015 года [FAO, 2017]. С ростом доходов пищевые привычки населения развивающихся стран меняются, и в рационе появляется все больше животного белка. Так, например, в Азии за период с 1961-2011 гг. потребление животного белка на душу населения увеличилось более, чем на 200%, в то время как растительного белка - только на 22% [Sans P., 2015]. В настоящее время в мире доля животного белка в питании составляет 40 % от общего количества потребляемого белка, и эта цифра продолжает увеличиваться. В мире потребление мяса за последние 50 лет выросло с 61 г в день, до 80 г в день на человека [Sarah L. A. et al, 2018]. С учетом роста численности населения к 2050 году производство мяса в мире необходимо увеличить на 200 миллионов тонн, что в общей сложности составит 470 миллионов тонн в год [FAO, 2009]. Это потребует значительного вовлечения в производство мяса дополнительных ресурсов, в том числе сельскохозяйственных территорий. Вместе с тем, уже сегодня Организация объединенных наций отмечает колоссальные потери пищевого белка и обращает внимание на необходимость рационального использования всех белковых ресурсов, получаемых при убое животных.

Текущее увеличение производства мяса привело к закономерному росту объемов образования мясных субпродуктов, которые далеко не всегда находят спрос у населения. Выделяют сразу несколько причин, которые влияют на потребление субпродуктов человеком, вопреки существующим

положительным взглядам на их пищевые свойства. Среди них - религиозные или традиционные правила потребления животного белка, не позволяющие населению воспринимать субпродукты как адекватную замену мяса. Это приводит к тому, что люди воспринимают с большим предпочтением направление субпродуктов в непищевые отрасли экономики. Так, например, субпродукты широко применяются при производстве кормов для непродуктивных животных, в фармацевтической промышленности, в легкой промышленности при производстве клея, различных косметических препаратов [Hsieh Y.H., Ofori J. A., 2011]. Вместе с тем, широкое применение всех продуктов убоя свинины, как источника животного белка для производства продуктов питания, будет способствовать сразу нескольким целям устойчивого развития, в том числе ликвидации голода, поддержанию здоровья и благополучия, ответственному производству и потреблению, сохранению экосистем суши и др. [Mullen A. M. et al, 2017; Sans P., 2011]. Увеличение потребления пищевых продуктов убоя позволит, без ущерба для удовлетворения потребности населения мира в белке, снизить темпы роста поголовья скота и свести к минимуму, негативное воздействие мясного скотоводства на окружающую среду. Эффективное комплексное использование продуктов животного происхождения, включая субпродукты, играет важную роль и для обеспечения устойчивого развития предприятий мясной промышленности. Отмечено, что за счет пищевого использования побочных продуктов мясная промышленность способна увеличить не менее, чем на одну восьмую валовый доход предприятий [Lui D.C., 2002]. 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. В этой связи, исследования, направленные на развитие подходов комплексного использования всего пищевого сырья, получаемого от современного свиноводства, за счет создания нового

ассортимента готовой продукции, являются социально значимыми и актуальными.

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. Одновременно с этим, 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 образования и использования всех продуктов убоя.

Целью диссертационной работы являлось 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.

Научная концепция диссертационной работы заключается в создании модели комплексного использования продуктов убоя свиней на основе анализа статистических данных, данных крупных промышленных предприятий по объемам их образования и направлениям применения, результатов научных исследований по безопасности и качеству свинины и субпродуктов, создании технологических разработок, повышающих экономическую и потребительскую привлекательность продукции с использованием побочных продуктов убоя.

Для реализации научной концепции и достижения поставленной цели работы были сформулированы следующие задачи:

1. Собрать и проанализировать современные данные по образованию продуктов убоя гибридного поголовья свиней, в том числе по соотношению пищевого и непищевого сырья.

2. 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.

3. Изучить микробиологические риски выявления субпродуктов, контаминированных патогенными и условно патогенными микроорганизмами, возбудителями пищевых инфекций.

4. Разработать научную концепцию повышения объемов субпродуктов, используемых на пищевые цели.

5. 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.

6. Разработать методологию оценки качества свинины на основе микроструктурных исследований.

7. Разработать частные технологии мясной продукции, предусматривающие комплексное использование пищевого сырья, получаемого в результате убоя и переработки современного поголовья интенсивно растущих свиней.

8. Оценить возможное повышение добавленной стоимости субпродуктов в результате применения разработанных технологий.

Отдельные этапы исследований 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); № 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.).

Научная новизна исследования. 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.

В результате научных исследований получены новые знания об объемах образования всех пищевых продуктов убоя, получаемых от современного свиноводства, о микробиологических рисках, связанных с перемещением патогенов с продуктами убоя, о закономерностях изменения органолептических, химических, функционально-технологических показателей качества субпродуктов, в том числе в хранении 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 практике отдела научно-прикладных и технологических разработок ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН при оценке качества субпродуктов и мясного сырья, а также в 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±3 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».

Проведенная оценка соотношения образования различных пищевых субпродуктов с учетом их органолептических и функционально-технологических свойств была использована при разработке следующих 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».

На основе проведенных исследований разработаны и утверждены учебные пособия: «Вопросы цветообразования мясопродуктов. Современные технологические решения».: Учебное пособие / Глазкова И.В., Артамонова М.П., Бухтеева Ю.М., Пчелкина В.А., Насонова В.В., Кузнецова О.А., Яремчук В.П. ISBN 978-5-901768-25-9 (2015); «Определение свежести мяса».: Учебно-методическое пособие/ Артамонова М.П., Бухтеева Ю.М., Шалимова Т.А., Пчелкина В.А., Насонова В.В., Кузнецова О.А. (2016); учебник - «Мясная продукция. Технология, качество и потребительская

оценка» ISBN: 978-5-6042712-6-1 /Лисицын А.Б., Иванова В.Н., Чернуха И.М., Насонова В.В. и др.

Научные положения и материалы исследований используются в составе лекционных материалов 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-технологический Институт РУДН, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского», в рамках 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 и цели работы исследования, анализе научно-технической и патентной литературы по теме работы, постановке рабочей гипотезы и определении задач исследования, разработке научной концепции для апробации выдвинутой гипотезы, проведение исследований с применением общепринятых стандартизованных и оригинальных методов анализа и оценки качества и безопасности мясного сырья и субпродуктов, готовой мясной продукции, статистической обработке полученных результатов, оценке возможных научных подходов и поиске их практической реализации, апробации разработанных частных технологических решений.

Научные положения, выносимые на защиту:

- научное обоснование критериев оценки качества пищевого сырья, получаемого от современного свиноводства;

- новые научные знания об изменениях органолептических характеристик, химического состава, функционально-технологических свойств мясного сырья и пищевых продуктов убоя после производства 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.

Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности.

Диссертационная работа соответствует п. 1, 2, 4, 8 паспорта специальности 05.18.04 - «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств».

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.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность полученных результатов исследования определяется профессиональным использованием теоретических и экспериментальных средств и современных методов исследования, статистической обработкой полученных результатов. Выносимые научные положения подтверждены глубокой проработкой источников научно-технической литературы по теме 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.

По теме диссертации опубликовано 93 печатных работы, из них 1 монография, 7 публикаций в изданиях, индексируемых международными базами данных Scopus и Web of Science, 87 – в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, а также одобрена заявка на патент на изобретение, 1 учебник, 1 энциклопедический словарь.

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.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ

Последние 20 лет в агропромышленном комплексе России были отмечены интенсивным развитием свиноводства. Накопленные в мире научные знания и достижения в этой области, в том числе по созданию новых высокопродуктивных пород и породосочетаний свиней, совершенствованию условий их выращивания и содержания, активно внедрялось предприятиями агробизнеса. Это, безусловно, позволило повысить продуктивность российского свиноводства, но в тоже время привело к изменению характеристик и объемов получаемых продуктов убоя свиней [Иванова Н.В., 2016; Новиков А.А. с соавт., 2015; Смоленцева Е.В., 2014; Плясунов Е.Д., Матросова Ю. В., 2020; Бусов А.А., 2021].

1.1 ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СВИНОВОДСТВА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Мировой рынок мяса стабильно развивается на протяжении последних десятилетий. В настоящее время его годовой объем оценивается более, чем в 100 млрд долларов. За годы формирования и развития мирового рынка мяса выделились страны-лидеры, способные обеспечить как собственные потребности, так и произвести продукцию для других стран. В настоящее время существенное влияние на мировой рынок мяса оказывают Китай, Евросоюз, США, Бразилия и Россия. Степень влияния каждой страны зависит от объёма внутреннего потребления, соотношения импорта и экспорта и ряда других факторов [Насырова А. М., 2019].

С 2000 г. по 2018 г. поголовье свиней в мире увеличилось на 20%, и достигло 950 млн голов. Наибольшее значение этого показателя в 2018 г. зафиксировано в Азии, что составило 60% от мирового поголовья, из которых 50% приходилось на Китай, на втором месте - Европа (21%), на третьем - Северная Америка (16%) [Михайлова О. А., 2018].

Первое место по объему производства и продаж мяса в мире занимает свинина (39%), затем следует мясо птицы, говядина и баранина.

Россия за последние 20 лет, благодаря проводимой государственной политике и мерам государственной поддержки развития свиноводства, существенно нарастила объем производства свинины. В настоящее время Россия является пятым (Китай, ЕС, США, Бразилия, Россия) по величине производителем свинины в мире [Михайлова О. А., 2018]. Основной объем внутреннего производства обеспечивают сельскохозяйственные предприятия, доля которых в последние годы увеличивалась на фоне сокращения производства в крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйствах [Небурчилова Н.Ф. с соавт., 2015]. Так если в 2010 году на промышленных производителей приходилось 53% от совокупного выпуска свинины, то в 2016 году этот показатель составлял уже 80% [Справочник ИТС 41-2017]. Поголовье свиней на конец 2020 года в хозяйствах всех категорий составляло 25,9 млн голов [Росстат, 2021].

Производство необходимого объема свинины в нашей стране и насыщение внутреннего рынка закономерно привело к переходу от вопросов количества к вопросам качества мяса. Необходимо констатировать, различие целей и задач у производителей и переработчиков животноводческого сырья. Если для животноводов основные задачи направлены на развитие хозяйственно-полезных признаков скота (выживаемость поросят, привесы, живая масса и др.), то для переработчиков – это максимальное удовлетворение потребителей в безопасности, качестве ассортимента выпускаемой продукции, отвечающей их требованиям и вкусам [Лисицын А.Б. с соавт., 2018]. На первый взгляд, в этом нет особых противоречий. Однако, следует констатировать, что успехи животноводов в увеличении объемов производства скота, не привели к повышению качества мясной продукции.

Одним из важнейших факторов, оказывающих влияние на результативность свиноводства, является порода животного. Порода влияет

на плодовитость свиноматок, выживаемость поросят, затраты корма на единицу прироста живой массы, живую массу животного, привесы животных, время достижения требуемой массы, и, в конечном счете, на качество мяса и другие показатели.

В мире существует более 100 пород свиней, при этом, по данным ФАО, утрачено 140 пород свиней в разных странах. В России до 2007 года, разводили 27 пород и заводских линий свиней, в том числе, 13 пород универсального направления и остальные условно-мясного типа [Чернуха И.М. с соавт., 2007].

Племенная база свиноводства России на начало 2017 года представлена 8 породами свиней, селекционная работа с которыми ведется в 128 племенных стадах. В структуре племенного поголовья свиноматки крупной белой породы составляют 53,4%, ландрас - 21,7%, йоркшир - 17,04%, дюрок - 5,9%, на остальные разводимые породы свиней приходится 1,6% [Справочник ИТС 41-2017].

Крупная белая является первой отечественной породой, созданной на базе крупной белой английской породы свиней в различных климатических и кормовых условиях России. Крупная белая порода ведет свое начало еще с середины XIX века, когда английский ткач И. Тулей начал разводить и популяризировать крупных свиней, полученных в результате сложного воспроизводительного скрещивания местных улучшенных свиней из графства Йоркшир и соседних с ним графств с животными средиземноморских (неаполитанские, португальские) и азиатских (китайские, сиамские) пород. Считается, что окончательное формирование породы завершилось в начале XX века. Однако в дальнейшем совершенствование породы было продолжено в соответствии с требованиями рынка и запросами потребителей путем внутрипородной селекции с применением эффективных приемов и методов племенной работы, улучшенных условий кормления и содержания животных [Greenslade J.A.,

1956; Козловский В.Г. с соавт., 1987; Лебедев Ю.В., 1980; Бакенев В.А., Жанадилов А.Ю., 1994; Мичурин В., 2020].

Взрослые хряки этой породы имеют массу 330-350 кг, свиноматки - 240-260 кг. Длина туловища хряков составляет 178-183 см, свиноматок - 162-165 см, обхват груди –165-168 и 148-152 см, соответственно, у хряков и свиноматок. Многоплодие свиноматок – 10-12 поросят, молочность (масса гнезда поросят в возрасте 21 суток) - 48-50 кг [Бабушкин В.А. с соавт., 2008].

Исследования так называемых «товарных» (для промышленного убоя) свиней крупной белой породы, проводимые в конце прошлого века, показали следующие результаты: возраст по достижении живой массы 100 кг – 182 сут., среднесуточный прирост – 771 г, расход корма на 1 кг прироста живой массы – 3,94 кормовых единицы. Состав туши: мясо – 50%, сало – 39,8%, кости – 10,2% [Кабанов В.Д. с соавт., 1976; Сусол Р., 2005].

Вместе с тем, по мнению ряда ученых, животные крупной белой породы уступали специализированным мясным породам свиней по мясным и откормочным качествам, что привело к использованию этой породы в товарных хозяйствах в основном для промышленного скрещивания и гибридизации в качестве материнской формы [Филатов А.И. с соавт., 1991].

Ландрас является первой специализированной породой свиней мясного типа. Порода была выведена в Дании в 1895 году при скрещивании местной датской свиньи с крупной белой породой в условиях полноценного кормления и насыщения рациона белком животного происхождения. Одновременно проводился длительный отбор и подбор помесей по скороспелости, мясным качествам и конверсии кормов. Животные породы ландрас типично беконного типа, отличающиеся низким содержанием подкожного жира и высоким содержанием мышечной ткани. При почти одинаковых репродуктивных качествах породы ландрас, при откорме животных до 100 кг получают туши с большим (на 2–5 %) содержанием постного мяса и несколько меньшей толщиной подкожного жира, чем от животных других пород [Семенова И.Д., 2013].

Взрослые хряки имеют массу около 300 кг, свиноматки - 250 кг, плодовитость свиноматок составляет 11 поросят. Возраст до достижения живой массы 100 кг составляет 178 дней. Порода широко распространена по всей территории России. Для получения более эффективного поголовья, как правило, проводят скрещивание ландраса с чистопородными и помесными матками крупной белой или других пород свиней. Скрещивание позволяет повысить многоплодие помесных свиноматок на 5–10 %, скороспелость молодняка – на 5–12 % при одновременном снижении затрат корма на 1 кг прироста живой массы; содержание постного мяса в туше увеличивается на 2–7 % [Горбунов В.В., 2011].

Йоркширская порода была выведена в Великобритании в результате проведения длительных работ по скрещиванию длинноухих и китайских свиней в середине XIX века. Главным отличием этой породы являются габариты и формы тела. Уши стоят торчком, но слегка наклонены в разные стороны. Шея среднего размера с крупными мускулами, массивные широкие плечи плавно переходят в прямую спину. Конечности крепкие, прекрасно выдерживают немалый вес взрослой свиньи. Живот не свисает вниз, кожа гладкая, складок практически нет, волосяной покров расположен равномерно по всему телу. Свиньи йоркширской породы белой масти. Нрав у йоркширов достаточно спокойный [Максимов Г.В. с соавт., 2018].

Взрослые хряки имеют массу 300–310 кг, самки – 240 кг. Длина туловища самца колеблется в пределах 175–180 см, самки – 165–170 см. Среднесуточные привесы при откорме – в среднем составляют 800 г. Выход мяса при убое составляет 60–64 %. Возраст до достижения живой массы 100 кг составляет 147 дней. К достоинствам этой породы относят высокую плодовитость, скороспелость и жизнестойкость поросят, быстрый набор веса, неприхотливость к рациону питания [Комлацкий В. И., Величко Л. Ф., 2008].

Дюрок является породой американского происхождения. Животные с одной стороны очень требовательны у белковому питанию, с другой - хорошо откармливаются. Порода отличается высокими мясными качествами.

Животные обычно большие по размерам, имеют хорошо выполненные задние конечности (окорока). Свиньи породы дюрок – красноватой масти, оттенки которой варьируются от золотисто-желтого до темно-красного, нередко встречается вишнево-красная масть [Самсонова О.Е., Бабушкин В.А., 2019].

Взрослые хряки достигают живой массы 350–370 кг, матки – 260–320 кг. Матки недостаточно плодовиты имеют всего 9–10 поросят в помете, но в тоже время внимательны к потомству, заботливо ухаживают за ним. Они имеют спокойный нрав, дают большое количество молока и хорошо выкармливают приплод. Убойный выход составляет свыше 86 %. Одновременно с этим, животные скороспелые, среднесуточные привесы при откорме составляют 860–940 г. Чистопородные животные используют для скрещивания с другими породами для получения помесного молодняка [Самсонова О.Е., Бабушкин В.А., 2019].

Тем не менее, в производстве товарных свиней, как и в случае других пород, не используют только чистопородное скрещивание, так как оно не позволяет достигнуть требуемого уровня продуктивности и качества получаемой продукции свиноводства. Каждая порода имеет только один или несколько из необходимых критериев, которые лишь при межпородном скрещивании позволяют получить конечные высокие воспроизводительные и откормочные качества.

В настоящее время эффективность свиноводства в мире достигается за счет использования системы гибридизации, осуществляемой по генетической пирамиде, приводящей к тому, что на убой идут 3-х или 4-х породные гибриды, полученные от 2-х или 3-х породных родительских свинок F-1 или F-2 и терминального хряка [Свинарев И. Ю., 2014].

В этом случае поросята наследуют лучшие гены родителей, такие как плодовитость, сохранность и более высокий выход мяса. Необходимым моментом при создании линий является их селекция и сочетаемость. Этим достигается гарантированный эффект гетерозиса в конечном товарном

гибриде. В настоящее время в странах с интенсивным свиноводством, таких как США, Канада, Дания, Нидерланды и Германия, до 90% товарных свиней являются гибридами. В нашей стране гибридизацию стали применять гораздо позже, чем в других странах. Развитие этого направления в России началось только 10-15 лет назад, с развитием свиноводства, в то время, как в Европе уже 45 лет назад проводилось скрещивание животных крупной белой породы и породы ландрас для улучшения материнских качеств. С конца 1960 гг на мировой рынок стали поступать гибриды английских компаний. В настоящее время в Российской Федерации по различным оценкам производится свыше 50% гибридных свиней [Чистяков В.Т., 2018].

Для получения гибридных животных используют различные варианты промышленного скрещивания, а также межпородную, породно-линейную и межлинейную гибридизацию.

Использование свиноматок крупной белой породы в превалирующем большинстве систем скрещивания и гибридизации обусловлено ее высокими производительными качествами [Перевойко Ж. А., 2005].

При двухпородном и трехпородном скрещивании использование маток крупной белой породы позволяет сохранять достаточно высокое многоплодие от 10,2 до 10,8 голов и массу гнезда и получать эффекты гетерозиса, а также материнские эффекты. Это обуславливает целесообразность применения крупной белой породы для разведения в качестве материнской породы [Овчинников А. В., 2004]. Исследования, проведенные А.В. Овчинниковым показали, что крупная белая порода является отличной материнской основой в плане достижения высоких показателей по репродуктивным качествам маток в разных вариантах скрещивания.

Одновременно с этим, рядом исследователей установлено, что животным крупной белой породы свойственны хорошие адаптационные качества к условиям промышленных комплексов. Создавая специализированные отечественные мясные линии, российские ученые

использовали такие зарубежные породы как ландрас, йокшир, пьетрен, дюрок, в связи с тем, что разведение импортных чистопородных свиней не оправдано. Основная причина заключается в том, что породы мясного направления продуктивности больше подвержены стрессу, а также дольше адаптируются к технологическим и климатическим условиям. Чистопородные животные мясных пород отличаются низкой резистентностью и дают мясо низкого качества с точки зрения его технологических особенностей и пригодности для промышленной переработки [Соловых А. с соавт., 2005; Ухтверов А., 2004; Татулов Ю.В. с соавт., 2001; Грикшас С.А. с соавт., 2017; Герасимова В.А., Герасимов В.И., 1970].

Трехпородное скрещивание состоит из нескольких генетических этапов: чистопородное разведение животных, получение помесных свиноматок путем двухпородного скрещивания и непосредственно само трехпородное скрещивание. Метод применяется в свиноводстве по двум схемам: согласно первой простой схеме двухпородных помесных свинок скрещивают с хряками другой (третьей) породы; по второй схеме происходит переменное или ротационное скрещивание, при котором помесные свиноматки третьего поколения (F3), попеременно спариваются с хряками исходных пород. При этом лучшие сочетания пород имеют высокие воспроизводительные качества материнских форм в сочетании с мясными и откормочными качествами отцовских форм. Таким образом, использование двух- и трехпородного скрещивания является наиболее эффективной формой применения селекции в свиноводстве [Грикшас С.А. с соавт., 2017].

В Германии было проведено исследование, по изучению преимущества гибридов от трехпородного скрещивания свиней с точки зрения качества мяса. Сравнивали гибриды, полученные при скрещивании немецких пород крупная белая × ландрас с хряками породы пьетрен /то есть пьетрен × (крупная белая × ландрас)/, и гибриды пьетрен × (дюрок × ландрас) с долей породы дюрок 25%. Мясо гибридов пьетрен × (дюрок × ландрас) было

признано лучшим из-за более высокого содержания внутримышечного жира, более низких капельных потерь и более высокой сенсорной оценки [Mörlein D. et al., 2002].

Сравнительную оценку подсвинков при двух- и трехпородном скрещивании проводили российские ученые при откорме до живой массы 100 кг. Было сформировано три группы: йоркшир × Pic-337 (1 опытная группа); (йоркшир × ландрас) × Pic-337 (2 опытная группа); (йоркшир × ландрас) × дюрок (3 контрольная группа). При одинаковой предубойной массе (100 кг) длина полутуш у животных 2-й и 3-й групп была на 3,4 (P>0,95) и 4,9 см (P>0,95) больше, чем у 1-й группы. Длина беконной половинки также была больше у помесей 2-й и 3-й групп на 4,9 (P>0,01) и 5,3 см (P>0,001). Толщина шпика над остистыми отростками 6–7-го грудного и над 1-м поясничным позвонком в тушах свиней 2-й группы была меньше, соответственно, на 0,8 и 1,8 мм и 0,2 и 2,1 мм, нежели у животных 1-й и 3-й групп [Полозюк О., 2012].

Преимущество трехпородного скрещивания по сравнению с чистопородным разведением проявляется в меньшем расходе кормов на прирост у потомства на откорме на 0,48–0,59 корм. ед. и наилучшими откормочными и мясными качествами. У трехпородных гибридов, по сравнению с чистопородными сверстниками крупной белой породы, длина полутуши больше на 4,3–7,1 см, площадь «мышечного глазка» – на 19,0–20,5 см^2, масса окорока – на 1,9–2,7 кг, а шпик тоньше на 0,27–0,49 мм. По сравнению с двухпородными сверстниками трехпородные помеси имели лучшие показатели по площади «мышечного глазка» и массе задней трети полутуши [Комлацкий Г. В., 2014].

В силу высокой эффективности, во многих странах гибридные животные западных пород являются основой для промышленного производства свинины. Тем не менее, анализ исследований показывает растущий интерес ученых к изучению качества мяса от чистопородных местных животных. Так, в Китае западные гибриды дюрокс × ландрас ×

йоркшир занимают большую долю рынка благодаря высокой эффективности конверсии корма и быстрому росту. В то же время китайские породы свиней имеют хорошие адаптационные качества, сформированные долговременным естественным и искусственным отбором. К ним относятся породы лайву, эрхуальская и бамаксианская, которые представляют животных, типичных для северного Китая, бассейна реки Нижний Чанцзян и южного Китая. Сравнительное исследование качества мяса от местных пород показало, что по большинству исследованных характеристик имелись значительные различия. Мясо от эрхуальских свиней имело повышенную величину pH, свинина от лайву – чрезвычайно высокое содержание внутримышечного жира, более привлекательный цвет мяса и меньшие капельные потери ($P<05$). Наибольшее содержание насыщенных жирных кислот и полиненасыщенных жирных кислот было обнаружено в свинине от пород лайву и эрхуальская [Huang Y. et al, 2020].

Значительный интерес исследователей вызывает и качество мяса от традиционных английских и европейских пород – гемпшир, темворс, уэльс, венгерская мангалица, маравка и др. Косвенно, это свидетельствует о некоторых утраченных ценных потребительских характеристиках свинины в результате перехода на использование быстрорастущих гибридных животных. Тем не менее, результаты исследований, проведенных российскими и иностранными учеными, подтверждают экономическую целесообразность такого перехода в условиях промышленного производства свинины.

В России в начале 2000-х гг увеличение количества промышленных свиноводческих предприятий в результате реализации национального проекта «Развитие АПК» привело к росту потребности в качественном ремонтном молодняке. В то время российские системы племенного свиноводства были не готовы к производству востребованных кроссов животных. В этой связи важным этапом качественного перевооружения отрасли и модификации предприятий стала Государственная программа

развития сельского хозяйства на 2008–2012 гг.. В рамках реализации этой программы в 2010 году за рубежом было закуплено более 700 тысяч голов чистопородных племенных свиней, в том числе йокшир или крупная белая, ландрас и дюрок, на которых базируется современное свиноводство. Это позволило начать качественное и количественное изменение поголовья свиней. В рамках реализации другой государственной программы - «Развитие свиноводства России на 2013–2015 годы» - были организованы селекционно-генетические центры, на базе которых были созданы отечественная конкурентоспособная племенная база и производство высокопродуктивного гибридного откормочного молодняка свиней в России [Дунин И.М. с соавт., 2012].

Таким образом, за последние два десятилетия произошли существенные изменения качественных и количественных характеристик промышленно выращиваемых свиней. Основными критериями интенсивно растущих свиней стали:

- возраст, в котором животные достигают живой массы 100 кг – не более 180 суток с тенденцией снижения до 140 суток;

- среднесуточный прирост массы, характеризующий энергию роста животных и составляющий на заключительных стадиях откорма от 900 до 1100 г.

1.2 ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ, ПОЛУЧАЕМОГО ОТ ИНТЕНСИВНОГО СВИНОВОДСТВА

В современных условиях, когда конкуренция на рынке свинины растет, существенные преимущества получают предприятия, которые владеют основами интенсивных технологий производства свинины с высокими показателями потребительского качества [Рачков И. Г., 2012]. В этой связи, количество исследований в области качества продуктов убоя свиней неуклонно растет.

Edwards S.A. и Casabianca F. установили, что качество продуктов убоя может быть определено, как совокупность их свойств и характеристик, которые придают им способность удовлетворять явным или неявным требованиям потребителей. Определение качества продуктов убоя охватывает большое количество аспектов. Но к его основным атрибутам относят те физические, химические, микробиологические и органолептические показатели, которые объективно влияют на потребительское восприятие конечного продукта. Вторичными атрибутами качества являются аспекты, которые больше связаны с эмоциональным восприятием продукта потребителем, например, благополучие животных, воздействие на окружающую среду, с культурными традициями и социально-экономическими возможностями, а также с доверием к системе отслеживания/безопасности производства. Основные и вторичные атрибуты качества продуктов убоя также упоминаются как критерии восприятия продукции и процесса, соответственно [Edwards S.A., Casabianca F., 2005].

Качество свинины охватывает присущие ей свойства, определяющие пригодность мяса для дальнейшей переработки и хранения, включая розничную продажу. Важнейшими характеристиками качества свинины для всех категорий потребителей являются ее водоудерживающая способность, цвет, содержание жира и пищевая ценность, окислительная стабильность и однородность .

Технологическое качество мяса - это сложное и многомерное понятие, на формирование которого влияет множество взаимосвязанных и взаимодействующих факторов. К ним относятся порода, генотип, кормление, предубойное содержание, убой, первичная переработка, условия охлаждения, длительность хранения и пр. На некоторые характеристики качества такие, как содержание жира, состав, однородность и окислительная стабильность, главным образом, влияют генотип животных и кормление. И, напротив, на целый ряд характеристик качества свинины - водоудерживающую способность, цвет, конечное значение pH и др. - влияют практически все

выше перечисленные факторы [Rosenvold K., Andersen H.J., 2003, Hambrecht E. et al, 2003].

Два фактора, оказывающих, по мнению многих исследователей, влияние на качество мяса – порода (породосочетание) и условия содержания животных – кардинально изменились за последние полвека. Изменение условий содержания животных приводит к изменению их телосложения. Так, традиционное содержание животных на открытом воздухе требовало наличие более крепкого телосложения, для того, чтобы выдерживать суровые климатические условия (жару или холод), демонстрировать соответствующее поведение, обусловленное социальной конкуренцией за такие ресурсы, как корм или укрытие [Edwards S.A., 2005, Kasprzyk A., Joanna B., 2020].

Традиционные породы животных дают туши с более высоким содержанием внутреннего и подкожного жира, с повышенной твердостью (тугоплавкостью) шпика, с более темным мясом, которое теряет меньше экссудата во время хранения. Генетически более упитанные животные традиционных пород с более высоким содержанием внутримышечного жира обеспечивают лучшее качество мяса [Fernandez X. et al, 1999]. Отмечено, что у мяса от традиционных пород наблюдается более мелкое мышечное «зерно», то есть меньший диаметр мышечного волокна. Однако, согласно литературным данным, более высокая оценка качества свинины от традиционных пород не является однозначной. Исследования по выращиванию свиней разных пород в органических условиях показали отсутствие достоверных различий в качестве свинины от традиционных и улучшенных пород [Kelley H.R.C. et al, 2001].

Условия содержания, включающие изменение состава кормов, влияют жирнокислотный состав свинины и соотношение различных групп жирных кислот, важных в питании человека. В свинине от животных, получавших свободных доступ к пастбищу, были установлены более высокие уровни полиненасыщенных жирных кислот, омега-3 жирных кислот и витамина Е,

чем в мясе животных, содержавшихся в помещении [Nilzen V. et al, 2001, Hogberg A. et al, 2002].

В другом исследовании было показано, что селекция на быстрый рост и постность привела к тому, что у гибридов свиней способность накапливать жир утрачена - не выражена и не увеличивается с возрастом. В особенности, это заметно в отношении накопления насыщенных жирных кислот [Girard J.P. et al, 1999].

Исследования интенсивно растущих животных показали, что для получения свинины более высокого качества, с улучшенной нежностью и с более высокой пищевой ценностью, необходимым условием является неограниченный доступ к корму, более богатому питательными веществами. Это объясняется увеличением скорости обмена белка, повышенной протеолитической активностью в мышцах и снижением зрелости коллагена при убое. Гибридным животным, выращенным в современных условиях, требуется больше ключевых незаменимых аминокислот. Однако в закрытом содержании есть и плюсы – исключается влияние климатических условий и сезонности на качество получаемой продукции [Blanchard P.J. et al, 1999, Ellis M. et al, 1996].

Климат оказывает существенное влияние на качество свинины. Так, в разных климатических условиях (регионах) наблюдалось как снижение, так и увеличение упитанности туш и содержания внутримышечного жира [Edwards S.A., 2005, Lebret B., 2008].

Интенсивное свиноводство может приводить к повышению содержания в жире соединений, таких как скатол и индол, которые придают неприятный запах мясу при его кулинарной обработке. Скатол и индол способны всасываться из экскрементов через кожу и дыхательные пути, что приводит к ухудшению качества свинины от животных, содержащихся очень плотно при интенсивном разведении. Однако эти факторы могут быть нивелированы путем улучшения систем воздухообмена и подбором

соответствующих диет (введение в рацион ферментируемой клетчатки) при содержании животных [Hansen L.L. et al, 1994].

Интенсивное выращивание свиней приводит к ограничению движений животных, что в свою очередь оказывает отрицательное влияние на мышечный тонус и прочность костей [Edwards S.A., 2003].

Влияние физических нагрузок на качество получаемой свинины широко изучается до сих пор, хотя еще в конце прошлого века был проведен ряд исследований, результаты которых показали, что не наблюдалось эффекта от физических упражнений на качество свинины. Даже принудительные упражнения свиней на беговой дорожке не влияли на характеристики мышц при убое и сенсорные качества мяса [Weiss G.M. et al, 1975; Essen-Gustavsson B. et al, 1988; Petersen S.J.P. et al, 1997, Lee S. H. et al, 2012].

Тем не менее, результаты сравнительного исследования влияния условий содержания на качество продуктов убоя свинины неоднозначные. Barton-Gade P. и Blaabjerg L.O. заметили, что свиньи, выращенные на открытом воздухе, были более спокойными, и с ними было легче обращаться на скотобойне, чем с интенсивно выращиваемыми свиньями, хотя значения pH мышечной ткани, полученной от этих свиней, были ниже [Barton-Gade P., 1989]. В другом исследовании в свинине от животных, выращенных на открытом воздухе, наблюдалось снижение предельного значения pH и влагоудерживающей способности, что позволяло предположить, что эти свиньи испытывали больший стресс перед убоем [Gandemer G. et al, 1990]. Кроме того, ряд исследований показал, что увеличение физических нагрузок при жизни животного приводит к увеличению запасов гликогена и снижению конечного pH [Bee G. et. al, 2004, Gandemer G. et al, 1990].

Существующие разногласия относительно преимуществ систем содержания свиней объясняются тем, что в каждой системе животные находятся под влиянием множества внутренних и внешних факторов, оказывающих влияние на качество получаемой свинины. Так, результаты

многолетних исследований по сравнению качества свинины от животных, выращенных на открытом воздухе и с использованием интенсивных технологий, лишь подтвердили отсутствие воспроизводимых органолептических характеристик мяса при одних и тех же условиях содержания [Warriss P.D. et. al, 1983, Barton-Gade P., Blaabjerg L.O., 1989; Gandemer G. et al, 1990, Wal P.G. et al, 1993; Nilzen V. et al, 2001; de Jong F.H. et al, 1995].

Считается, что органолептические характеристики мяса, получаемого от гибридов свиней, обычно находятся на уровне родительских пород или даже выше [Bonneau M., 2010]. Влияния системы выращивания на жесткость получаемого мяса от современных гибридных свиней не установлено [Jonsäll, A. et al, 2001].

В исследованиях традиционных местных пород влияние системы содержания на качество мяса также не однозначно. Более высокое значение силы сдвига, зарегистрированное у свиней итальянской породы чинта сенезе, выращенных на открытом воздухе, вероятно, было связано не с системой выращивания, а с возрастом животных, отправляемых на убой [Pugliese S. et al, 2005]. Эта гипотеза подтверждается тем фактом, что не было обнаружено различий в нежности мяса между животными, выращенными на открытом воздухе, и свиньями, выращенными в помещении, которые были забиты в одном возрасте [Pugliese C. et al, 2004]. В то же время, исследование влияния системы выращивания и кормления (желудь плюс трава по сравнению с концентратом с высоким содержанием олеиновой кислоты) на качество вяленой иберийской ветчины показало изменение органолептических характеристик (консистенции, мраморности) и физических параметров текстуры, полученных с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ) [Pérez-Palacios T. et al, 2010].

Несмотря на множество противоречивых данных, которые объясняются разными условиями проведения исследований, все-таки необходимо признать - переход от использования традиционных пород к

повсеместному разведению гибридных быстрорастущих животных в сочетании с кардинальным изменением условий содержания животных, несомненно, повлиял на качество получаемых продуктов убоя. Учитывая сокращение периода выращивания и откорма, влияние внешних и внутренних факторов систем содержания свиней в современном свиноводстве значительно выше, чем при традиционном разведении.

1.3 АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ УБОЯ СВИНЕЙ

Современные технологии производства свинины концентрируют в себе большое количество научных разработок и результатов технологического прогресса в области воспроизведения, содержания, обслуживания и убоя свиней [Найденко В. К., 2012]. Одновременно с этим, вопрос безопасности получаемой продукции имеет большое значение.

Пищевые инфекции приводят к значительной заболеваемости, смертности и экономическим потерям во всем мире [WHO, 2005]. По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в мире ежегодно регистрируется около 600 миллионов случаев заболеваний пищевого происхождения и 420 тысяч смертей, связанных с потреблением зараженных продуктов питания. Тяжесть пищевых инфекций варьирует легких симптомов до состояний, угрожающих жизни [Kirk M.D. et al, 2015].

Мясо и мясные продукты считаются одними из основных переносчиков пищевых патогенов [Hdaifeh A. et al, 2020]. На них приходится 18% всех вспышек пищевых инфекций в Европе [EFSA, 2019]. В США потребление свинины ежегодно является причиной 525000 случаев пищевых инфекций, 2900 госпитализаций и 82 смертей [Painter J.A. et al, 2013].

По данным Европейского агентства по безопасности пищевых продуктов (EFSA) свинина и продукты ее переработки наиболее часто являются источником пищевых заболеваний, вызванных патогенами *Salmonella*, *Yersinia enterocolitica*, паразитами *Toxoplasma gondii* и *Trichinella spp*. [EFSA, 2011], а также вирусом гепатита Е (HEV) [Casas M., Martín M., 2010]. С потреблением свинины связывают 20% случаев пищевого сальмонеллеза [Hoffmann S. et al, 2017].

Для предотвращения распространения пищевых патогенов важно понимать их происхождение, пути передачи, распространенность на каждом этапе производства и оборота продукции, а также возможные меры борьбы с

ними. Свинина является наиболее потребляемым мясом в мире [Baer A.A. et al, 2013]. Как уже было отмечено ранее на долю свинины приходится 40% мирового потребления мяса. По прогнозам, к 2030 году производство свинины в мире вырастет до 127 млн тонн. Как было отмечено выше, благодаря применению интенсивных технологий выращивания свиней, Россия сегодня входит в число основных мировых производителем свинины. За последнее десятилетие Россия почти удвоила производство этого вида мяса, в том числе на экспорт. Ожидается, что к 2030 году производство российской свинины увеличится еще на 10% [Петрунина И.В., Осянин Д.Н., 2020].

В этой связи, обеспечение безопасности свинины и в мире, и в ведущих странах-экспортерах чрезвычайно актуально и имеет огромное экономическое значение. Разработкой эффективных мероприятий, направленных на повышение безопасности свинины занимаются ученые во многих странах мира.

Переход на интенсивное выращивание животных привел к существенным изменениям в современных системах животноводства и производства мяса, которые в свою очередь привели к значительному изменению основных угроз здоровью населения, исходящих от потребления мяса и мясной продукции. Выявление классических зоонозов, таких как туберкулез, трихинеллез, цистицеркоз или сибирская язва, в силу резкого снижения их распространения, стало сегодня гораздо менее актуальным [Buncic S. et al, 2019]. В то же время, возникли серьезные проблемы, связанные с распространением патогенов, которые переносятся и выводятся (в основном с фекалиями) убойными животными без проявления ими каких-либо прижизненных симптомов заболеваний. Все эти новые угрозы макроскопически невидимы, и их нельзя обнаружить при традиционном осмотре мяса, поскольку их возбудители не вызывают повреждений органов и тканей [Pointon A.M. et al, 2000].

Анализ случаев вспышек пищевых инфекций в ЕС, связанных с потреблением мяса, в том числе свинины, показал, что основные проблемы представляют такие патогены как представители родов *Salmonella spp, Yersinia spp, Listeria spp, Campylobacter spp* и *Escherichia coli,* образующие Шига-токсин *(STEC)* (табл. 1) [Buncic S. et al, 2019].

Таблица 1 - Распространенность пяти основных возбудителей зоонозов в ЕС в 2017 году [Buncic S. et al, 2019].

Зоонозный агент	Всего случаев заболе-вания у людей	Количе-ство заболев-ших на 100000 человек	Леталь-ность, %	Количество диагности-рованных свиней, % от общего количества выявленных случаев	Мясо и мясная продукция, % от общего количества выявленных случаев
Campylobacter	246 158	64,8	0,04	17,6	6,9 (свинина) 1,1 (мясные продукты)
Salmonella spp	91 662	19,7	0,25	4,0	1,58 (мясо)
Yersinia	6 823	1,77	0,07	4.4	8,3 (мясо)
Шига-токсин *Escherichia coli* (STEC)	6 073	1,66	0,50	37,5	3,0 (мясо)
Listeria	2 480	0,48	13.80	Нет данных	1,8 (мясо, в том числе свинина, и мясные продукты)

В качестве одной из причин сложившейся ситуации с пищевыми инфекциями, вызываемыми *Salmonella spp*. и *E. coli O157:H7*, называется зараженность кормов этими патогенными микроорганизмами [Crump J.A. et al, 2002, Dargatz D.A. et al., 2005], Другие патогены, такие как *Listeria monocytogenes, Escherichia coli O157:H7* и *Clostridium spp.* считаются менее важными в загрязнении кормов [Vidyarthi S. et al, 2021].

Микробиологическая угроза распространения этих возбудителей такова, что Научный комитет ЕС по ветеринарным мерам, связанным с общественным здравоохранением, рекомендует, начиная с 2014 года, избегать пальпации и разрезов органов и тканей убитых свиней, чтобы свести к минимуму перекрестное заражение мяса и продуктов убоя при проведении ветеринарной инспекции. По мнению комитета, системы безопасности всей цепи производства (от кормов до потребителя), основанные на оценке рисков, проверенные с помощью механизмов аудита, обладают лучшим потенциалом для защиты здоровья населения, чем традиционные проверки в рамках ветеринарно-санитарной экспертизы мяса [Buncic S. et al, 2019].

Отказ от ручных процедур обследования при выполнении ветеринарно-санитарной экспертизы мяса затрагивает, прежде всего, инспекцию желудочно-кишечных лимфатических узлов и сердца, а также легких и печени. В настоящее время переход только к визуальному контролю продолжает обсуждаться, и не во всех странах находит поддержку. Соответственно, поэтому пока будет сохраняться риск перекрестного заражения продуктов убоя при проведении ручных методов ветеринарно-санитарной экспертизы свинины [Buncic S. et al, 2019].

Распространение патогенов приводит к тому, что на практике убойные партии свиней с высокой частотой поражений должны быть идентифицированы заранее. Регламент ЕС (ЕС) № 853/2004 предусматривает, что полный и надежный отчет о жизни животного должен быть представлен оператору бойни и государственному ветеринарному врачу не менее, чем за 24 часа до прибытия животных на предприятие по убою [Buncic S. et al, 2019]. С заражением животных в хозяйствах связывают распространение таких патогенов как *Salmonella, Yersinia enterocolitica* и *Campylobacter* [Nathues C. et al, 2013, Niemann J.-K. et al, 2016].

Для выявления свиней, пораженных зоонозами, имеющими значение для безопасности пищевых продуктов, сведения о каждой партии, поступающей на убой, должны включать профили серологического

мониторинга животных, выращенных в одних и тех же хозяйствах [Felin E. et al, 2016].

Проблема контаминации продуктов убоя в ЕС была воспринята настолько серьезно, что некоторые исследователи предложили разработать альтернативные процессы убоя и первичной переработки свиней, исключающие перекрестное заражение. Было предложено «разбирать» забитых и ошпаренных свиней «извне внутрь». Это означает, что в парном состоянии нужно удалить большую часть цельных отрубов, а только затем удалить внутренние органы и уже в таком виде провести ветеринарно-санитарную экспертизу (рис. 1) [Alvseike O. et al, 2018]. Однако влияние такого подхода на снижение загрязнения требует серьезной оценки в практических условиях производства [Buncic S. et al, 2019].

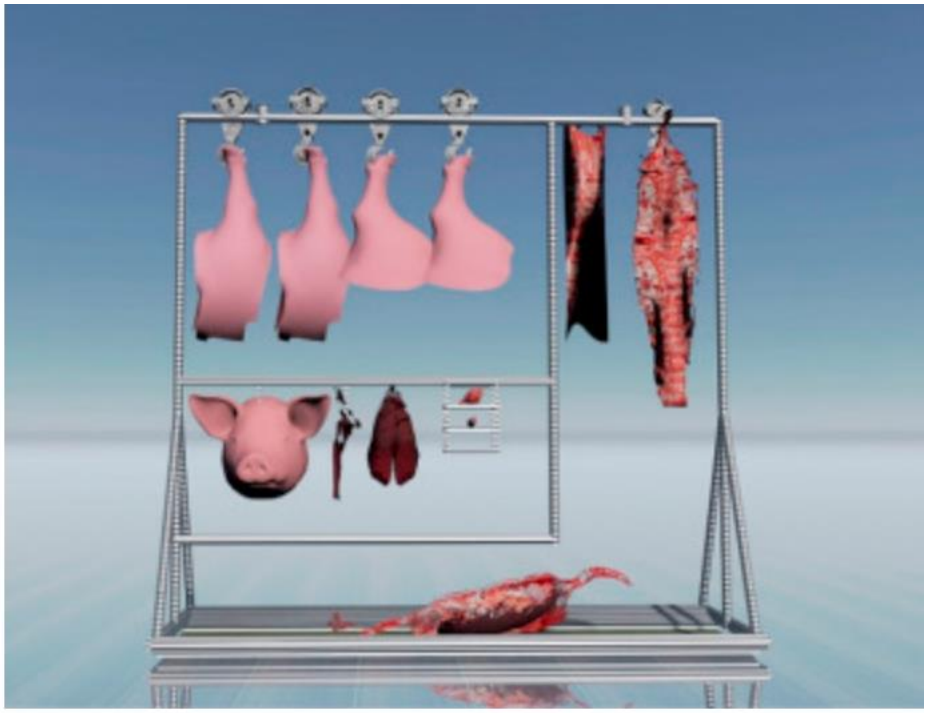


Рисунок 1 – Модель ячейки представления продуктов убоя для экспертизы, исключающая микробиологическую контаминацию. Слева вверху: лопаточные отруба, тазоберденные отруба, грудинка (одна часть), шея, поясница и хвост (одна часть). 2-й ряд слева: голова, язык, набор (трахея, легкие и диафрагма), сердце и почки. Внизу: пищевод, желудочно-кишечный тракт, селезенка, брыжейка, мочевой пузырь и репродуктивные органы [Alvseike O. et al, 2018].

По всей видимости, учитывая растущую актуальность проблематики контаминации свиных туш, будут разрабатываться и использоваться технологии и системы визуализации (компьютерного зрения) для обнаружения фекального загрязнения [Kim M.S. et al, 2013], повреждений хвостов и ушей [Blömke L., Kemper N., 2017], оценки целостности туш на разных этапах убоя и первичной переработки, так как это уже используется при убое домашней птицы [Chao K. et al, 2010].

На распространение патогенов не может не влиять убой и первичная переработки свиней с сепсисом. Туши и органы таких животных подлежат утилизации. Однако, если заболевание возникло за несколько месяцев до убоя (например, в результате укуса хвоста и остеомиелита), то последствия могут быть обнаружены только в форме абсцесса. Проблема абсцессов пока продолжает рассматриваться как проблема качества мяса. Абсцессы и связанные с ними заболевания, могут быть выявлены только при обвалке мяса, что также может сопровождаться еще более серьезными рисками контаминации [Buncic S. et al, 2019].

Свиньи очень подвержены пиемии (форма инфекционного заболевания, сепсиса, возникающая при постоянном или периодическом поступлении в кровь микробов из гнойного очага; характеризуется образованием в различных органах множественных вторичных гнойников). Считается, что заболевание свиней не имеет зоонозного значения. Однако в редких случаях инфекции встречаются и у людей [Rzewuska M. et al, 2019]. Заболевание может быть вызвано разными бактериями, чаще всего – это Arcanobacterium pyogenes. Возникающие абсцессы приводят к ослаблению здоровья животных, для мясной промышленности влекут за собой большие экономические потерям. В настоящее время в некоторых странах проводятся специальные обследования туш для выявления абсцессов (рис. 2) [Vieira-Pinto M. et al, 2020]

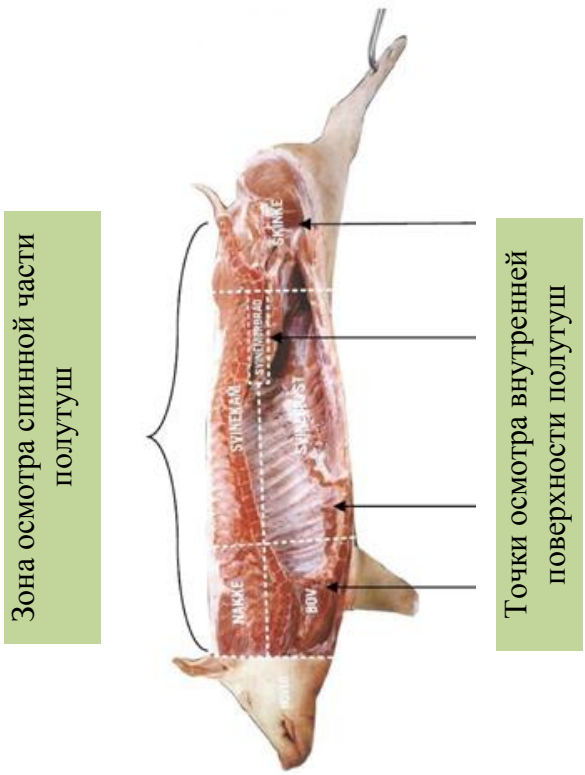


Рисунок 2 - Точки осмотра полутуши для выявления абсцессов [Vieira-Pinto M. et al, 2020].

Среди опасностей, связанных с потреблением продуктов убоя свиней есть многочисленная группа заболеваний пищевого происхождения, с которыми люди сталкиваются только в случае роста их возбудителей и/или выработки токсинов (например, *Listeria monocytogenes*, *Clostridia*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*), что обычно имеет место при переработке, хранении и продаже продуктов убоя [Buncic S. et al, 2019, Meyer C. et al, 2011].

Наблюдения и анализ случаев выявления заболеваний в ЕС показал, что высокий приоритет (риск) среди биологических опасностей получили *Salmonella enterica.* К опасностям среднего уровня были отнесены *Yersinia enterocolitica*. Другие опасности, связанные со свининой, были признаны низкоприоритетными: *Bacillus anthracis, Campylobacter* spp. (термофильный), патогенный VTEC человека, ESBL / AmpC *Escherichia coli,*ESBL / AmpC *Salmonella enterica,* Вирус гепатита E (HEV). В тоже время случаи пищевых инфекций требуют постоянного мониторинга ситуации. Так, например,

недавно в ЕС передача через пищевые продукты стала основным путем заражения человека гепатитом В (21 000 острых клинических случаев, 28 смертельных случаев за последнее десятилетие). Свиньи и кабаны были выявлены как основной источник заражения [Buncic S. et al, 2019]. Следует отметить, что в последнее время всё большую озобоченность вызывают внезапно возникающие («эмерджентные») заболевания и большую их часть имеет зоонозное происхождение [McArthur D.B., 2019].

Основные биологических опасностей и их связь с потреблением свинины представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Основные биологические опасности и их связь с потреблением свинины в ЕС [Buncic S. et al, 2019]

Биологическая опасность (патоген)	Пути передачи	Документальное подтверждение
1	2	3
Brucella	Контактная инфекция (может передаваться через пищевые продукты, в основном с молоком)	Нет
Bacillus cereus	Интоксикация рвотным токсином; токсикоинфекция диарейным токсином. Через мясо и крахмалистые продукты.	да
Campylobacter spp. (термофильный)	Через мясо, молоко, воду	да
Clostridium botulinum	Интоксикация токсином, образующимся в пище; токсикоинфекция после роста в кишечнике (детский ботулизм)	да

Окончание таблицы 2

1	2	3
Clostridium difficile	Подозрение на передачу инфекции от домашних птиц; госпитальная инфекция	Нет
Clostridium perfringens	Продукты питания	да
Человеческая патогенная вероцитотоксигенная *Escherichia coli* (VTEC или STEC)	Продукты питания, вода, контакт	да
Бета-лактамаза расширенного спектра (БЛРС) / AmpC *Escherichia coli*	Продукты питания	?
Erysipelothrix rhusiopathiae	Контактная инфекция	Нет
Listeria monocytogenes	Продукты питания (молоко, морепродукты, растения и пр.), в неонатальном периоде.	да
Mycobacterium avium subsp. avium	Инфекция пищевого происхождения (через какие продукты не установлено); молоко - потенциальный путь для человека	Нет
Mycobacterium bovis	Аэрозоли молочные	Нет
Salmonella enterica (не брюшной тиф)	Продукты питания	да
ESBL / AmpC *Salmonella enterica*		да
Staphylococcus aureus	Продукты питания	да
Methicillin-устойчивый *Staphylococcus aureus*	Инфекция пищевого происхождения (через какие продукты не установлено)	Нет
Streptococcus zooepidemicus/equi/suis	Контактная инфекция, в т. ч. пищевого происхождения (коровье молоко)	Нет
Yersinia enterocolitica	Продукты питания (например, молоко, овощи)	да
Yersinia pseudotuberculosis		да
Вирус гепатита Е	Вода, свинина	да

Свиньи считаются ключевыми переносчиками заражения сальмонеллами, поскольку, с одной стороны, они являются одним из основных «резервуаров» обитания бактерий рода *Salmonella spp*., которые могут быть обнаружены в пищеварительном тракте и лимфатической ткани животного, и, с другой стороны, у живых животных симптомы инфекции отсутствуют [ESFA, 2011, ESFA, 2017]. *S.typhimurium* и *S.derby* в 2018 году были наиболее частыми серотипами, приводящими к заражению человека через свинину [ESFA, 2019, Naberhaus S.A. et al, 2020]. Из 5 наиболее распространенных сероваров *Salmonella* больше всего случаев обнаружения у свиней было зарегистрировано – *Salmonella typhimurium* [Buncic S. et al, 2019].

Хотя можно ожидать, что основным источником инфекции являются внутренние органы свиней (в первую очередь, органы желудочно-кишечного тракта), тем не менее, исследованиями, проводимыми в отношении рисков заражения *Salmonella spp*., охвачены все виды продуктов из свинины, включая полутуши, разделанное мясо, рубленые полуфабрикаты, колбасы и прочие готовые изделия из свинины, причем по всей цепи производства и оборота – от фермы до потребителя [Hdaifeh A. et al, 2020, , Swart A.N. et al, 2016, Hill A. et al, 2010, Arguello H. et al, 2013, Gonzales Barron U. et al, 2009, Fajardo-Guerrero M. et al, 2020, Moreira L.M. et al, 2019].

Еще одним серьезным риском является заражение продуктов убоя *Yersinia enterocolitica.* Как и в случае сальмонелл, тяжесть этого риска зависит от количества поступающих на убой зараженных животных и от степени передачи от свиней и окружающей среды патогенов на мясо и субпродукты, следовательно, от санитарно-гигиенических показателей предприятия [Hdaifeh A. et al, 2020]. Показано, что этот патоген распространяется по всей технологической цепи убоя и переработке, сохраняется в камерах охлаждения полутуш, а также обнаруживается в мясном фарше [Nesbakken, T. et al, 2006].

В отличие от сальмонелл, у свиней поступающий на убой *Y. enterocolitica* может быть сосредоточена не только в содержимом кишечника, но и в миндалинах. Причем, патоген выявляется в миндалинах в 60% случаях, а в 10 % - в фекалиях. В связи с этим, при убое свиней следует контролировать еще один путь возможной контаминации патогенами – миндалины и горло. Особое значение имеет гигиеническое обращение с головами в процессе и после их отделения [Nesbakken, T. et al, 2007]. В настоящее время, используя серологическое тестирование животных, создаются стада, свободные от *Y.enterocolitica* [Minvielle B et al, 2007].

Campylobacter coli является грамотрицательным микроаэрофильным микроорганизмом [Pearce R.A. et al, 2003]. Как правило, он переносится живыми свиньями в желудочно-кишечном тракте. Однако существуют исследования, которые показывают, что этот микроорганизм может контаминировать поверхность свиных туш. Вместе с тем, при надлежащем уровне, даже при 100% контаминации животных, можно добиться низкого уровня заражения туш и отрубов. Это объясняется чувствительностью патогена к замораживанию (шоковое охлаждение) и высушиванию [Bollaerts K.E. et al, 2009].

Процесс производства свинины «от поля до прилавка» можно разделить на 4 основных этапа: ферма (племенные животные → поросята → отъемыши → финишеры), убой и первичная переработка (транспортирование → голодная выдержка → обездвиживание → обескровливание → удаление щетины → нутровка → зачистка → охлаждение), торговая сеть (разделка → холодильное хранение), потребитель (хранение → приготовление → потребление). На всех этих этапах существуют риски загрязнения продукта патогенами или развития в нем уже имеющихся патогенов [Hdaifeh A. et al, 2020].

Каждый этап этой цепи может служить источником заражения. Даже небольшое количество зараженных свиней на уровне фермы может привести к высокой распространенности зараженных туш в конце убойной линии из-за

перекрестного заражения во время процесса убоя [Hill A. et al, 2010]. В настоящее время за рубежом проведено значительное количество исследований, позволяющих оценить риск заражения патогенами на каждом участке производства и потребления свинины.

Если в отношении сальмонелл исследования ведутся по всей цепи производства свинины, то в отношении других патогенов есть особенности. Так, например, научные работы по изучению *Staphylococcus aureus* сосредоточены в основном на полутушах и разделанной свинине, *Listeria monocytogenes* – на готовой продукции, а в отношении гепатита – на органах свиней [Hdaifeh A. et al, 2020].

Ниже рассмотрены отдельные этапы технологического процесса убоя и первичной переработки свиней с точки зрения возможной контаминации патогенами из кишечника животных (на примере сальмонелл).

Транспортирование и предубойное содержание способствуют увеличению распространенности инфицированных животных. На этом этапе свиньи могут выделять виды сальмонеллы в своих фекалиях, распространять его в окружающей среде и на коже и заражать других животных [Hdaifeh A. et al, 2020]. После транспортирования и предубойного содержания заражаются до 35,3% свиней [Delhalle L. et al, 2009]. Показано, что стойла для предубойного содержания могут служить резервуаром для патогенных бактерий. В течение 2–6 ч предубойного содержания количество животных, выделяющих *Salmonella spp*., может удвоиться [Pearce R.A. et.al, 2004].

Обездвиживание и обескровливание. При поступлении на бойню свиней оглушают электрическим током или углекислым газом. Исследования показали, что оглушение CO_2 приводит к увеличению числа бактерий *Salmonella spp*. в результате расслабления мышц и выделения фекалий. Электрообездвиживание не приводит к такому эффекту [Hill A. et al, 2010]. Кроме того, при выполнении этих операций может происходить перекрестное заражение животных, поскольку свиньи могут контактировать

друг с другом и с полом скотобойни, что может привести к перекрестному заражению [Arguello H. et al, 2013].

Шпарка и обезволашивание (удаление щетины). На этапе шпарки (погружение в горячую воду с температурой 58–62 °C на 5-6 мин.) происходит повышение уровня загрязнения *Salmonella spp*. Эти микроорганизмы способны выживать в горячей воде достаточно долгое время и заражать туши неконтаминированных свиней, благодаря тому, что фекалии, в которых они содержатся в больших количествах, служат им защитой от перегрева и позволяют выживать в горячей воде [Hill A. et al, 2010, Arguello H. et al, 2013]. Удаление щетины в обезволашивающей машине в результате сильного механического воздействия на тушу также способствует выделению фекалий. При этом сальмонеллы могут распространяться на рабочие части самой машины и на другие туши [Hill A. et al, 2010, Arguello H. et al, 2013].

Опалка туш считается эффективным способом обеззараживания поверхности туш, так как она происходит с использованием пламени газовых горелок [Arguello H. et al, 2013]. Выявлено снижение общего уровня *Salmonella spp.* примерно на 1,5–3 log10 КОЕ на тушах и снижение распространенности на тушах на 30–70% после опалки [Hdaifeh A. et al, 2020].

Полировка и мойка туш после опалки. После опалки уровень загрязнения туши сальмонеллами резко снижается, и, хотя остается риск продолжения выделения некоторого количества фекалий, а также риск перекрестного загрязнения туш, в том числе через рабочие органы оборудования [Hill A. et al, 2010], однако он считается незначительным [Wegener H.C. et al, 2003].

Нутровка является очень ответственным этапом, так как она предполагает вскрытие туши и выделение внутренних органов [Hdaifeh A. et al, 2020]. После нутровки распространенность сальмонелл возрастает снова и составляет от 6% до 40% от общего количества туш [Hill A. et al, 2010, Pearce

R.A. et.al, 2004]. Причинами контаминации может являться прокол желудочно-кишечного тракта. Неправильная нутровка может приводить к контаминации до 90% всех туш [Gonzales Barron U. et al, 2009].

Распиловка и зачистка полутуш. Эти операции предполагают разделение туши на полутуши с использованием механической пилы, удаление почек, излишков жира, подрезку бахромок и удаление видимых загрязнений. Было показано, что на этом этапе вероятность обнаружить контаминированные туши даже выше, чем на этапе нутровки на 2,3% [Fajardo-Guerrero M. et al, 2020]. При этом очень важно, чтобы все действия выполнялись с использованием стерильного ножа. Температура стерилизации инструмента должна быть не менее 82 ^{o}C [Hdaifeh A. et al, 2020].

Охлаждение. Согласно законодательству ЕС температура свиных полутуш должна снизиться до 7 °C в течение 24 часов [Hdaifeh A. et al, 2020], в РФ – до 4 ^{o}C (ТР ТС 034/2013). С одной стороны, снижение температуры мяса, должно способствовать снижению контаминации сальмонеллами. Однако на практике наблюдалось или увеличение распространенности *Salmonella spp*. [Moreira L.M. et al, 2019], или она оставалась на уровне парных полутуш [Hill A. et al, 2010]. Влияние стадии охлаждения на уровни контаминации остается спорным. Тем не менее, считается, что выжившие сальмонеллы могут снова начать рост при хранении в холодильнике, в особенности после применения методов медленного охлаждения парных полутуш [Shen S. et al, 2013].

Таким образом, убой и первичная переработка свиней содержат значительные риски контаминации и вызывают серьезные опасения по распространению патогенов с мясом и продуктами убоя до конечных звеньев – розничной торговли и потребителя. Для снижения этих рисков предлагаются различные меры, в том числе:

- разделение и паспортизация свиноферм по наличию контаминированных животных; направление на убой и переработку сначала неконтаминированных животных;

- сокращение времени транспортирования и предубойного содержания животных;

- разделение грузовиков, доставляющих животных с разных ферм;

- регулярная очистка и бактериологический контроль транспорта и загонов для предубойного содержания;

- повышение температуры и продолжительности шпарки - температура воды 61-62 ^{o}C /8 мин/ или 70 ^{o}C /2–3 мин/; ошпаривание распылением горячей воды или паром;

- проведение двойного опаливания туш при температуре 800–1000 ^{o}C;

- эффективная мойка и дезинфекция оборудования, в том числе машин для распиловки туш;

- предварительная герметизация толстой и прямой кишки перед нутровкой туш;

- промывание туш горячей водой;

- увеличение времени охлаждения туш при 4 ◦C, при этом температура в толще мышц должна быть снижена до 20-25 ◦C за 2-3 часа после убоя;

- мойка туш с органическими кислотами [Hdaifeh A. et al, 2020, Painter J.A. et al, 2013, Buncic S. et al, 2019, Burin R.C.K. et al, 2014].

Необходимо подчеркнуть, что *Salmonella spp.* обладают повышенной устойчивость к кислотности среды и при обработке кислотами поверхности туш, их адаптационная способность возрастает [Feurer C. et al, 2018].

Выше упоминался еще один риск, опасность которого связана с потреблением свинины и вызывает всё большую озабоченность - заражение вирусом гепатита (HEV). По оценкам Всемирной организации здравоохранения общее число заболеваний вирусом гепатита в год во всем мире составляет 20 миллионов, количество смертей – около 44 000 человек (3,3% смертности от вирусного гепатита). Потребление

сырых/недоваренных продуктов из свинины было определено как возможный источник передачи HEV пищевого происхождения [Hdaifeh A. et al, 2020, Crotta, M. et al, 2021].

Отмечаются серьезные трудности с методами обнаружения вируса гепатита (HEV). Это препятствует оценке распространенности возбудителя инфекции. Международные организации признают, что на данный момент контроль фекального загрязнения посредством соблюдения гигиены на бойне и надлежащей варки субпродуктов (в частности, печени) и мяса остается единственными основными ариантами контроля HEV в свинине [WHO, 2015].

Инфицирование животного вирусом HEV не приводит к каким-либо клиническим признакам или производственным потерям. Следовательно, стимулом свиноводческой отрасли к борьбе с HEV является обеспечение безопасности продуктов из свинины для конечных потребителей. К настоящему времени опубликованы только две модели инфицирования и распространения HEV на разных этапах цепи производства свинины. Во-первых, изучалось влияние на долю инфицированных свиней при убое внутрихозяйственной динамики и взаимодействия животных-хозяев и патогенов. Во-вторых, изучался риск воздействия HEV на человека при употреблении различных видов продуктов из свинины. Комплексных исследований по изучению распространения вируса на линии убоя и изучению влияния различных технологических операций процесса убоя на общий риск заражения туши и мяса пока не проводилось [Crotta, M. et al, 2021].

В тоже время выделяют несколько путей попадания вируса на тушу при убое животных: загрязнение кожи животного во время транспортирования и предубойного содержания фекалиями, содержащими вирус; контакт туши с зараженной кровью при обескровливании; перекрестное загрязнение фекалиями/желчью во время нутровки; неполное обескровливание – наличие остаточной крови с мышечной ткани. Было

показано, что окончательный уровень загрязнения HEV зависит от проведения технологических операций по убою. Механическое выдавливание фекалий при выполнении операций по удалению щетины, случайные разрывы кишечника или желчного пузыря являются главными факторами инфицирования. В тоже время прижизненное загрязнение кожи животных фекалиями не существенного влияния [Crotta, M. et al, 2021].

Исследование более 1000 образцов крови, мышечной ткани, печени, показало, что именно потребление свиной печени является фактором риска. Мясное сырье имело исключительно отрицательные результаты испытаний на наличие вируса [Feurer C. et al, 2018].

Исследования мясной продукции, выработанной с применением печени, в Германии на наличие HEV, показало, что 10% всех протестированных образцов оказались РНК-положительными по вирусу HEV, при этом в ливерных колбасах доля инфицированных образцов составила в 13%. Отмечено, что в разных исследованиях количество инфицированных образцов продукции зависит от выборки и может доходить до 20% [Pallerla S.R. et al, 2021].

Таким образом, проведенный анализ литературы показал, что массовое производство свинины и продуктов из нее сопряжено с рисками распространения патогенов. В идеале проблема распространения патогенов в производстве и потреблении свинины должна начинать решаться с фермы [Felin E. et al, 2016]. С другой стороны, не менее важное значение имеет гигиена процесса убоя [De Busser, E. V., 2013]. Предлагается разделять предприятия по категориям в зависимости от их микробиологического статуса [Hdaifeh A. et al, 2020]. Основные бактериальные опасности передаются через загрязнения фекалиями, через контакт с окружающей производственной средой (оборудование, поверхности, руки персонала, инструмент и пр.) и через аэрозоли (воздушно-капельным путем). Гигиена процесса зависит множества факторов – от особенностей проектировочных решений и оборудования до эффективности обучения и мотивации

персонала. Вспышки пищевых инфекций, связанные с потреблением свинины, необходимо продолжать отслеживать [Self J.L. et al, 2017]. Накопление научных знаний о перемещениях патогенов является необходимым условием для изменения подходов в обеспечении надлежащей гигиенической практики на предприятиях мясной промышленности и разработке новых мер, способствующих выпуску безопасной продукции.

1.4 ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ УБОЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Интенсивное развитие свиноводства привело к получению не только большого количества мясного сырья, но и получению больших объемов побочных продуктов, таких как кровь, кости, шкура, жировые ткани, субпродукты, которые требуют дорогостоящей переработки или утилизации [Ryder K. et al, 2015]. Эти затраты могут быть сбалансированы за счет применения инновационных технологий для создания продуктов, максимально используемых все получаемые ресурсы и с добавленной стоимостью [Toldrá F. et al, 2016, Henchion M. et al, 2016].

Съедобные мясные субпродукты составляют значительную часть живой массы животного. Выход этих побочных продуктов варьируется в зависимости от вида животного и составляет от 10% до 30% от живой массы [Ockerman H. W., Basu, L., 2014]. Стоит учитывать, что некоторые субпродукты могут рассматриваться как продукты, представляющие интерес, в зависимости от страны и местных традиций, в то время как в других странах они могут рассматриваться как несъедобные продукты [Ockerman H. W., Basu L., 2014]. Так, например, некоторые побочные продукты с высокой пищевой ценностью, такие как кровь, печень, легкие, сердце, почки, мозг, селезенка и рубец, используются потребителями при приготовлении различных блюд во многих странах мира [Nollet L. M. L., Toldrá F., 2011].

Конечно, пищевая ценность зависит от каждого конкретного вида побочных продуктов и вида животных, из которых они получены [Honikel K. O., 2011].

Изучение пищевой ценности свиных субпродуктов показало, что некоторые субпродукты имеют довольно высокое содержание влаги. Тонкая кишка и матка имели наибольшее содержание влаги - 82,48% и 80,69% соответственно. Легкие и сердце имели значительно меньшее содержание влаги - 78,71% и 75,87% соответственно. Наименьшее содержание влаги было отмечено в печени, толстом кишечнике и поджелудочной железе - 71,59%, 69,73% и 72,20%, соответственно ($p<0,05$) [Seong P.N. et al, 2014]. Содержание влаги в печени свиньи сопоставимо с ее содержанием в печени других видов животных [Kim Y. B. et al, 2008], а также в печени буйвола [Devatkal S. et al, 2004]. Однако содержание влаги тонкой кишке, матке, легких и сердце свиней было выше, чем у других видов животных [Ngapo T. et al, 2012]. Seong P.N. с коллегами провели исследования и установили, что печень свиньи имела самое высокое содержание золы (1,34%); селезенка имела значительно более низкое содержание золы (1,12%), тогда как толстый кишечник имел наименьшее содержание золы ($p<0,05$) [Seong P.N. et al, 2014]. Содержание золы в остальных видах субпродуктов составило: сердце и легкие - 0,81% и 0,76% соответственно, желудок и тонкий кишечник - 0,31%. Содержание золы в свиной печени было таким же, как и в печени буйвола [Devatkal S. et al, 2004] и продуктах из свинины [Marustic N. et al, 2011]. Содержание золы является важным фактором, отражающим пищевую ценность, качество и физико-химические свойства пищевых продуктов [Keran N. et al, 2009]. Очевидно, что мясные субпродукты являются богатыми источниками макро- и микроэлементов. Как это сырье, так и различные экстракты, полученные из них, могут быть включены в продукты для целевых конечных потребителей, таких как пожилые люди, любители спорта или потребители с непереносимостью молочных продуктов [Marti D.L. et al, 2011].

Одновременно с высоким содержанием золы, печень и поджелудочная железа имели самое высокое содержание белка (20,98% и 22,05% соответственно), которые были аналогичны уровню содержания белка (20%) для всех распространенных видов мяса [Honikel K. O., 1993], в то время как сердце, легкие, желудок и селезенка имели более низкое содержание белка (17%). Наименьшее количество белка было зафиксировано в тонкой кишке (8,45%) ($p<0,05$). Аналогичное содержание белка в печени было отмечено и при исследовании свиных субпродуктов в других странах [Kim Y. B. et al, 2008; Ockerman H. W., Basu L., 2014]. Энергетическая ценность субпродуктов свиных была наибольшей у толстой кишки, ввиду высокого содержанием жира. В то время как печень и поджелудочная железа, тонкая кишка, селезенка и матка имели наиболее низкие значения калорийности ($p<0,05$). Потребление 100 г свиной печени обеспечивает 36% белка, 3,2% жира и 7,4% общей энергии от суточной потребности [Seong P.N. et al, 2014].

Качество белков традиционно определяется на основе аминокислотного профиля и их способности обеспечивать потребность организма в незаменимых аминокислотах для синтеза белка [Millward D. J. et al, 2008]. Однако более современные подходы характеризуют этот термин как способность белка достигать определенных метаболических активностей. В этой связи, в настоящее время целью оценки качества белка является определение способности белка удовлетворять потребности в поддержании таких физиологических состояний как рост, беременность или лактация [ВОЗ, 2007]. Современный метод, одобренный для определения качества белка - это показатель аминокислот с поправкой на усвояемость белка (PDCAAS). В этом методе устанавливается лимитирующая (наиболее ограничивающая усвоение белка) аминокислота при сравнении аминокислотного состава продукта с соответствующим эталоном. По данным ФАО, лизин, метионин и триптофан наиболее часто являются лимитирующими аминокислотами в бедных источниках белка.

Большинство свиных субпродуктов, как правило, являются хорошим источником незаменимых (а именно изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан, валин) и лимитирующих аминокислот [Mullen A.M. et al, 2017]. Исключение составляют только субпродуктов, богатые соединительной тканью, такие как уши, ноги или губы. Они характеризуются низким качеством белка, поскольку соединительная ткань, в основном, состоит из глицина, пролина и аланина, которые не являются незаменимыми аминокислотами [Mullen A. M., Álvarez C., 2016]. Этот недостаток незаменимых аминокислот может быть нивелирован путем создания многокомпонентных продуктов, соотношение которых обеспечивает достижение сбалансированного аминокислотного профиля в конечном продукте.

Помимо белков, побочные продукты убоя могут быть хорошим источником минеральных веществ (Ca, Fe, Mg, Cu или Se) и витаминов (ниацин, витамин B12, фолиевая кислота или витамин C). В печени обнаружена самая высокая концентрация витамина A (57 406,68 мкг РЕ/100 г), витамина B2 (0,92 мг/ 100 г) и витамина B6 (0,12 мг/ 100 г); в сердце - B1; а в поджелудочной железе - ниацина. Содержание витамина A в свиной печени в несколько раз превышало содержание витамина A по сравнению с содержанием в говяжьей печени и печени ягненка - 16 898 мкг РЕ/100 г и 24,612 мкг РЕ/100 г, соответственно [Kim G. D. et al, 2013].

Гемовое железо, в основном, содержится в мясе. Известно, что оно лучше усваивается, чем негемовое железо (< 15%). Также установлено (хотя механизм четко не определен), что железо из растительных источников лучше усваивается в присутствии мяса, что получило название “мясной фактор”. Аналогичный эффект увеличения биодоступности железа из растительной пищи представляется возможным и при потреблении субпродуктов, поскольку они являются хорошим источником железа животного происхождения [López M.A., Martos F. C., 2005].

Содержание жира в субпродуктах варьируется от < 1% в крови до 17% в языке и характеризуется высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот. Когда речь идет о побочных продуктах, также важно обратить внимание на холестерин, поскольку некоторые из них как, например, почки, печень и мозг, имеют высокий уровень содержания холестерина [Mullen A. M., 2016; Channon H.A. et al, 2004; Ngapo T. et al, 2012].

Мясные субпродукты могут представлять собой ценный ресурс при правильном обращении для производства веществ или продуктов с добавленной стоимостью [Zhang W. et al, 2010, Nollet L. M. L., Toldrá F., 2011]. Их эффективное использование может составлять до 11,4% и 7,5% валового дохода от говядины и свинины, соответственно [Jayathilakan K. et al, 2012]. Субпродукты представлены большим разнообразием, но, в целом, большинство из них обладает высокой пищевой ценностью и содержит незаменимые аминокислоты, минеральные вещества и витамины [Toldra F. et al, 2012, Honikel K. O., 2011, KimY.B. et al, 2008], что должно способствовать повышению их ценности для мясной промышленности [Valta K. et al, 2015]. В настоящее время в мире существуют различные направления использования субпродуктов, которые основываются на традиционных, усовершенствованных или новых технологиях переработки (рис. 3).

Рисунок 3 – Основные направления применения субпродуктов.

Как видно из рис. 3, субпродукты могут быть использованы на пищевые и непищевые цели. В мире, при рассмотрении основных направлений применения субпродуктов, основной акцент делается на необходимости их максимального использования на пищевые цели. Это предусматривает не только их реализацию населению в сыром виде (после первичной обработки) и в переработанном виде (готовая к употреблению мясная продукция), но и переработку с извлечением наиболее ценных компонентов и биологически активных веществ. В последнее десятилетие были опубликованы исследования, описывающие извлечение и характеристику функциональных белков из различных субпродуктов, таких как: печень [Steen L. et al, 2016; Zou Y. et al, 2017], легкие [Selmane D. et al, 2008], сердце [Dewitt C. et al, 2002] и кости [Linder M. et al, 1995]. Биоактивные пептиды представляют собой последовательности обычно от 2 до 20 аминокислот, которые выполняют биологическую функцию в одной

или нескольких физиологических системах человека [Gomez-Guillen M.C. et al, 2011]. В этом смысле было описано, что гипохолестеринемические, антиоксидантные и антитромбологические пептиды модулируют сердечно-сосудистую систему, тогда как минералосвязывающие и иммуномодулирующие пептиды действуют в желудочно-кишечной и иммунной системах, соответственно [Hong Y. et al, 2019]. Некоторые группы пептидов способны участвовать в нескольких системных реакциях. Таким образом, опиоидные агонисты и антагонисты могут воздействовать на нервную, желудочно-кишечную и иммунную системы, тогда как антимикробные пептиды могут модулировать желудочно-кишечную и иммунную системы [Lafarga T. et al, 2016]. Основной проблемой природных пептидов является сложность контроля условий гидролиза, поскольку многие эндогенные ферменты действуют одновременно, и образуется широкий спектр пептидов, демонстрирующих различные размеры и характеристики [Toldrá F. et al, 2016].

По этой причине переваривание белковых экстрактов в контролируемых условиях гидролиза с использованием известных ферментов, позволяет контролировать полученные биоактивные пептиды, а также получать более однородные партии. Сложность производства и необходимые финансовые и технологические воздействия не привели к широкому использованию субпродуктов для производства гидролизатов, биологически активных пептидов и т.д., но позволили ученым переоценить на новом уровне знаний их значение в питании человека.

Несмотря на высокую пищевую ценность и имеющиеся ресурсы субпродукты не нашли широкого применения у потребителей. В 2021 году были опубликованы результаты масштабного исследования потребительского отношения к субпродуктам. Опрос проводили посредством онлайн анкетирования N = 260 потребителей (диапазон возраста участников составил от 19 до 73 лет). Перед анкетированием участников попросили указать спонтанные слова, образы и/или ассоциации, которые приходят им в

голову, когда они слышат словосочетание «субпродукты от животных». Согласно полученным результатам (табл. 3), до 10% потребителей имели неприятные ассоциации с субпродуктами, у 75% потребителей субпродукты ассоциировались с определенными видами субпродуктов, например, почки, печень, сердце и кровь [Bearth A. et al, 2021].

Таблица 3 - Ассоциации потребителей, связанные со словосочетанием «субпродукты от животных»

Ассоциации потребителей	Количество потребителей	
	чел	% к общему количеству опрошенных
1	2	3
Конкретные части животных (например, почки, сердце, печень, кровь)	195	75
Отвращение и неприятие (например, противный, отвратительный, не для меня)	28	10,8
Определенные мясные продукты (например, паштет, пудинг и др.)	10	3,8
Положительные ассоциации (например, вкусный, хороший, приятный)	10	3,8
Использование всех частей животного	4	1,5

Окончание таблицы 3 - Ассоциации потребителей, связанные со словосочетанием «субпродукты от животных»

1	2	3
Место (например, убойный цех, предприятие)	5	1,9
Функции организма (например, жизненно важные функции, кровообращение)	1	0,4
Вредно для здоровья (например, высокий уровень холестерина, вредно для здоровья, вредно для вас)	2	0,8
Другое	5	2,0

Далее участники опроса должны были ответить о периодичности потребления ими субпродуктов, в зависимости от вида и источника субпродукта (рис. 4).

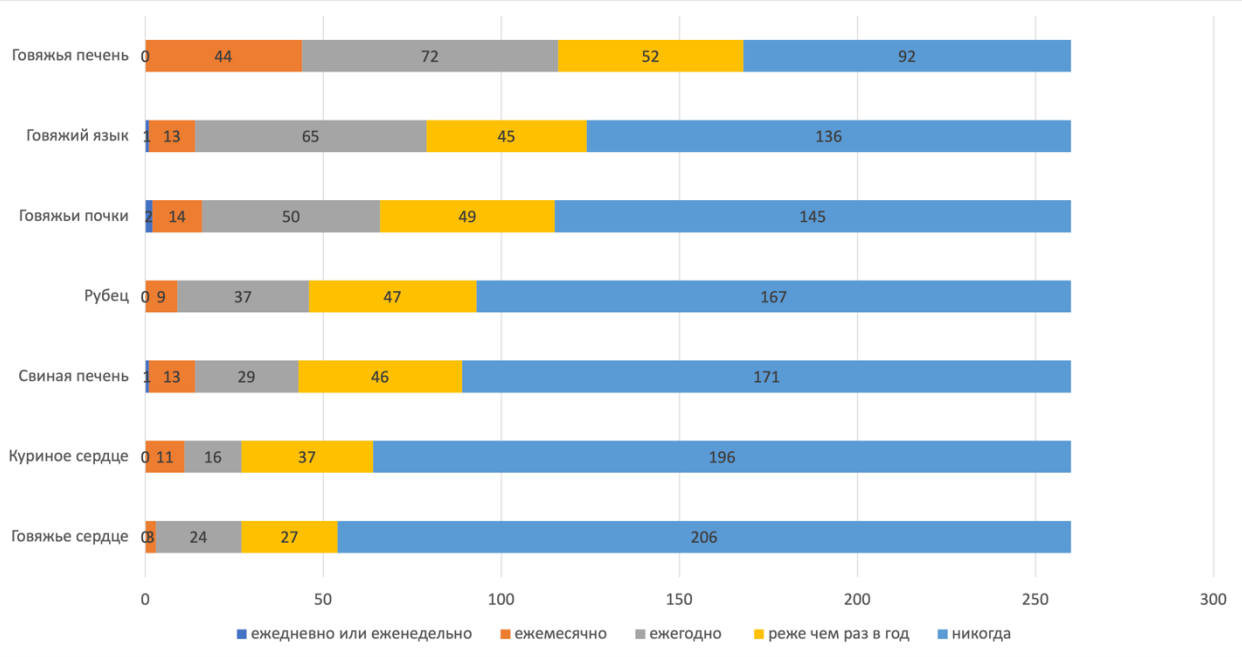


Рисунок 4 - Периодичность потребления потребителями различных видов субпродуктов

Согласно полученным результатам, потребители не рассматривали субпродукты, как продукты ежедневного потребления. Больше половины

опрошенных вообще не употребляют субпродукты, но даже те потребители, которые указали, что используют субпродукты при приготовлении различных блюд, делают это раз в год. Опрошенные респонденты указали, что потребляют, в основном, говяжьи субпродукты. В тоже время наиболее часто указанная потребителями говяжья печень присутствует ежемесячно в рационе только 16% опрошенных, а свиная печень - всего у 5% [Bearth A. et al, 2021].

В целом, выше приведенные исследования показали, что спонтанные ассоциации потребителей относительно термина “субпродукты от животного” были нейтральными и только для 10% участников опроса решительно негативными. Опрос показал, что многие потребители готовы потреблять субпродукты в необработанном виде, особенно те, которые укоренились в их культуре потребления (например, печень, почки). Однако у некоторых потребителей субпродукты вызывают негативные ассоциации, такие как отвращение, кровавые кишки или слизистые внутренности. Это подтверждает тот факт, что ожидания относительно сенсорных качеств побочных продуктов животного происхождения имеют важное значение для положительного их восприятия потребителями [Henchion M., McCarthy M., 2019]. Мало знакомые побочные продукты животного происхождения (например, сердце и т.п.), где у потребителей отсутствовал положительный опыт в отношении изучения сенсорных качеств, соответственно, потреблялись меньше. Таким образом, существующие «барьеры» для потребления субпродуктов, связанные с негативными ожиданиями сенсорных качеств и отвращением, могут быть устранены путем повышения просвещения потребителей и популяризации их потребления, в том числе путем разработки готовой мясной продукции с субпродуктами [Henchion M. et al., 2014; Mullen A. et al, 2017]. Несмотря на то, что современные потребители считают важным повышение глубины переработки и сокращения отходов животноводства они пока не пришли к регулярному потреблению субпродуктов [Henchion M., McCarthy M., 2019].

Ряд исследователей, решая данную проблему, разрабатывают различные мясные продукты с использованием субпродуктов. Choi с коллегами провели исследование по изучению возможности использования свиного языка и мяса свиных голов в качестве ингредиентов для колбас без существенных различий в некоторых качественных характеристиках по сравнению с контрольной группой. Аналогичные результаты наблюдались, когда конечными продуктами были котлеты для гамбургеров [Choi Y.-S. et al, 2016].

Однако, учитывая функциональные свойства белков субпродуктов, есть веские аргументы в пользу использования их ценного потенциала и более полной поддержки устойчивого (малоотходного) развития агропромышленного комплекса. Важно также помнить, что, помимо высокой ценности субпродуктов как источника белка, они хорошо зарекомендовали себя как источники, богатые минеральными веществами и витаминами [Mullen A. M., Álvarez C., 2016].

В текущей ситуации большое количество имеющихся продуктов убоя является бременем для предприятий [Tolda F. et al, 2012]. Тем не менее, этот богатый доступный источник сырья одновременно создает хорошие возможности для предприятий мясной промышленности по увеличению объемов перерабатываемого сырья и выпускаемой продукции, повышению экономической рентабельности переработки животных, сокращению потерь и роста доходов предприятия.

Использование мясных субпродуктов в значительной степени зависит от культуры, религии, доходов, предпочтений населения и т.д. Однако, в целом, съедобные мясные субпродукты широко используются во многих странах мира в различных традиционных блюдах, например: овечья печень (Иран), отварной язык (Южная Америка), свиные ножки и свиные уши (Испания) и др. [Tolda F. et al, 2012]. Все съедобные части мясных субпродуктов обычно используются в качестве пищи для людей в Южной

Африке, Египте, Италии, Испании, азиатских странах и т.д. [Honikel K.O., 2011].

Более того, эффективное использование пищевых побочных продуктов убоя важно для поддержки экономичных и жизнеспособных систем производства мяса [Kurt S., Zorba O., 2007]. Были предприняты лишь отдельные попытки повысить коммерческую ценность побочных продуктов убоя путем их использования в различных мясных продуктах - печеночный паштет, ливерная колбаса и кровяная колбаса [Estevez M. et al, 2005, Nollet L.M.L., Tolda F., 2011; Santos E. et al, 2003]. Однако утилизируемое количество мясных субпродуктов все еще очень высоко в мире.

Так, например, только в Южной Корее, ежегодно забивается около миллиона свиней, что означает, что на бойнях ежедневно образуется значительное количество побочных продуктов убоя. В стране ежегодно производится и потребляется около сотен тонн съедобных свиных субпродуктов. Вместе с тем, в мире потребление побочных продуктов убоя недостаточное, в результате чего субпродукты, как правило, имеют низкую коммерческую ценность. Это связывают, прежде всего, с отсутствием у потребителей разных стран научной информации о составе и пищевой ценности субпродуктов.

Таким образом, увеличение производства свиней на убой за счет применения интенсивных технологий выращивания животных неизбежно привело не только к росту объема производства мяса, но объемов получения побочных продуктов убоя, в то время как использование этих побочных продуктов в питании человека не увеличилось [Ockerman H. W., Basu, L., 2014].

В течение последних десятилетий большая часть исследований была сосредоточена на изучении качества мясного сырья. Мясные субпродукты, как показал проведенный анализ литературных источников, используются в пищу не так широко, как мясо, ввиду потенциальных микробиологических рисков, опасений потребителей в отношении их специфических

органолептических характеристиках, недостаточных знаниях об их пищевой ценности и функционально-технологических характеристиках, а также ввиду отсутствия широкого ассортимента современных мясных продуктов с их использованием.

1.5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО АНАЛИЗУ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ. ПОСТАНОВКА ЦЕЛИ И ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изменение реалий в убое и первичной переработке свиней определено переходом на интенсивные технологии в свиноводстве, включающим, прежде всего, два ключевых фактора – использование гибридных быстрорастущих животных и изменение систем их содержания. Столь кардинальные изменения не могли не привести к изменению объемов образования пищевых продуктов убоя, включая мясо и субпродукты. В свою очередь, изменились экономические условия работы предприятий и факторы, определяющие целесообразность сбора и использования побочных продуктов убоя на пищевые цели. В этой связи, анализ и изучение всех пищевых ресурсов, получаемых при убое интенсивно растущих свиней, и создания современной модели их безопасного и рационального использования является актуальным и своевременным. На основании анализа литературных данных для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи исследования:

- 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 патогенными и условно 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.

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Организация исследований

Исследования проводились 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.

Исследования были начаты с подбора и анализа литературных данных из отечественных и зарубежных источников по теме диссертации. На основании обработанной информации были выявлены основные факторы, влияющие на текущую ситуацию по использованию пищевых продуктов убоя свиней, сформулированы цель и задачи теоретических и экспериментальных исследований.

Второй этап работы был посвящен практической оценке объемов образования пищевого сырья в результате убоя интенсивно растущих животных, получаемых в условиях современного свиноводства, а также разработке и научному обоснованию модели комплексного использования пищевых продуктов убоя свиней.

На третьем этапе был проведен анализ существующих подходов к оценке качества продуктов убоя и выбору направлений их использования. Теоретически и экспериментально обоснована целесообразность повышения объема субпродуктов, перерабатываемых на пищевые цели.

Четвертый этап работы был посвящен изучению микробиологиеских аспектов безопасности продуктов убоя и заключался в выявлении и идентификации патогенных и условно патогенных микроорганизмов с целью предотвращения их последующего распространения и минимизации возможных рисков для потребителей.

Пятый этап работы был посвящен разработке общей концептуальной схемы переработки пищевых продуктов убоя и частных технологий переработки субпродуктов, обеспечивающих получение мясной продукции с

добавленной стоимостью и способствующих максимально полному использованию всех получаемых пищевых ресурсов для выпуска продуктов, готовых к потреблению.

Структурная схема, отражающая, в соответствии с поставленными задачами, общую направленность и основные этапы исследования, приведена на рисунке 5.

Рисунок 5 - Структурная схема работы.

2.2 Объекты исследования

Объектами исследования на разных этапах выполнения диссертационной работы являлись:

- свинина 2 класса, полученная 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;

- субпродукты свиные, полученные от убоя товарных свиней 2 категории на предприятиях Белгородской, Тамбовской, Пензенской и Липецкой областей;

- прочие продукты убоя свиные, полученные от убоя товарных свиней 2 категории на предприятиях Белгородской, Тамбовской, Пензенской и Липецкой областей;

- смывы для микробиологических исследований, взятые с поверхности: а) биотических объектов (свиные туши, субпродукты); б) абиотические объектов производственной среды (технологическое и вспомогательное оборудование, стальные конструкции, кафельные стены);

- мясная продукция: полуфабрикаты, колбасные изделия, колбасные изделия из термически обработанных ингредиентов, продукты из мяса, продукты из шпика, продукты из субпродуктов.

2.3 Методы исследования

В работе использовались общепринятые, стандартные, а также специально разработанные, оригинальные, методы исследования:

- отбор проб – по ГОСТ Р 51447-99;

- массовая доля общей влаги – по ГОСТ 9793-2016;

- массовая доля общего белка – по ГОСТ 25011-2017;

- массовая доля жира – по ГОСТ 23042-2015;

- аминокислотный состав – по ГОСТ 34132-2017 методом ионообменной хроматографии на Aracus (PMAGmbH, Германия);

- КМАФАнМ – по ГОСТ 104444.15-94;

- БГКП (колиформы) – по ГОСТ 31747-2012;

- патогенные сальмонеллы – по ГОСТ 31659-2012;

- *S. aureus* – по ГОСТ 31746-2012;

- *E. coli* – по ГОСТ 30726-2001;

- жирнокислотный состав - по ГОСТ Р 55483-2013 на газовом хроматографе HP 6890 фирмы “Hewlett Packard”;

- водорастворимый, солерастворимый, щелочерастворимый белок и растворимость миофибриллярных белков - по методике из книги В.И. Соловьева «Созревание мяса». Издательство Пищевая промышленность, 1966 г.;

- цветовые характеристики мышечной ткани – светлоты (L), красноты (a) и желтизны (b) - спектроколориметром «Спектротон»;

- гистологические исследования – по ГОСТ 19496-2013;

- органолептические показатели – по ГОСТ 9959-2015;

- определение дескрипторов для органолептической оценки – по ГОСТ 33609-2015;

- живая масса и масса парных туш – взвешиванием каждого животного (парной туши) на весах марки РЕУС-А-ПК с диапазоном возможной нагрузки от 0 до 300 кг и погрешностью определения массы (цена деления) 0,1 кг;

- определение категории туш в зависимости от массы туш и толщины шпика - по ГОСТ 31476-2012;

- определение pH – потенциометрическим методом с использованием pH-метра «Testo 205» с погрешностью измерения ±0,02; сортировку охлажденных туш проводили по среднему значению pH, полученному после статистической обработки результатов не менее 5 параллельных определений в *m. L.dorsi;*

- влагоудерживающая способность (ВУС) – методом прессования по Грау и Хамм в модификации В.П. Воловинской;

- потери мясного сока - методом Christensen, L. B. (2003), для этого из *m. L. dorsi* вырезали перпендикулярно к расположению мышечных волокон кусок толщиной 1,5 см на уровне второго и третьего ребра и помещали в пластиковую емкость с крышкой без сдавливания, подвешивая на крючок под крышкой. Через 24 часа емкость завешивали, затем сливали из нее образовавшийся мясной сок и снова завешивали. По разности масс (с учетом массы емкости) определяли массу выделившегося сока и рассчитывали потери мясного сока в % к массе образца; определение проводили в трех повторностях;

- потери массы мяса при варке: образцы, массой 500 г, нагревали до достижения внутренней температуры 75 ◦С в геометрическом центре образца. По разности масс до и после термической обработки рассчитывали потери мясного сока в % к массе образца; определение проводили в трех повторностях;

- определение содержания биогенных аминов - с использованием методики 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 раствор 0,1 %-ный раствор муравьиной кислоты в воде и раствор 0,1 %-ный раствор муравьиной кислоты в ацетонитриле. Выбранные MRM переходу и настройки для квадруполей представлены в табл. 4. Расход подвижной фазы 0,4 мл/мин. Объем вводимой пробы 1 мкл. Ионизацию проводили распылением в электрическом поле, оптимизированы параметры массспектрометрического детектирования: температура источника 100 ºС; температура газа для десольватации 400 ºС; расход газа для десольватации 12 л/мин; давление иглы распылителя 45 psi (3.1 Бар).

Таблица 4 – Условия в режиме мониторинга множественных реакций ионизации распылением в электрическом поле с регистрацией положительных ионов.

Аналит	Ион-предшественник, m/z	Ион-продукт, m/z	Энергия диссоциации, В
Гистамин	112.1	95.1, 68.1	16.0, 18.0
Кадаверин	103.2	86.2, 41.1	8.0, 24.0
Тирамин	138.1	91.0, 77.1	20.0, 28.0
Допамин	154.1	137.1, 91.0	4.0, 20.0

Использовали следующую подготовку проб: Взвешивали пробу 5,0+/-1,0 г (предварительно измельченную). Заливали 10 мл ТХУ (10%) и вортексировали в течение 1 минуты. Затем проводили центрифугирование 7000 g 5 мин при 19 ^{o}C. Надосадочную жидкость пропускали через фильтр на 0,45 мкм в виалу для закола в хроматограф;

- мультисенсорные показатели аромата – на приборе «VOCmeter» («Электронный нос»);

- концентрация белка в экстрактах субпродуктов – с использованием биуретовой реакцией на полуавтоматическом анализаторе BioChem SA (HTI, USA). В стеклянные пробирки вносили 600 мкл биуретового реактива (HTI, USA) и 10 мкл исследуемого образца. Реакционную смесь инкубировали в течение 10 мин при комнатной температуре, после чего проводили измерение оптической плотности при 540 нм, используя в качестве раствора сравнения биуретовый реактив;

- общая антиоксидантная емкость (ОАЕ) экстрактов субпродуктов - методом FRAP (Ferric Reducing/Antioxidant Power). Анализ проводили на спектрофотометре СФ-2000 (ОКБ «Спектр», Россия). Для приготовления реактива FRAP смешивали 0,3 М ацетатный буфер (pH 3,6), 10 мМ раствор фотометрического реагента – TPTZ (2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine) (Acros Organics, China), растворяя его в 40 мМ соляной кислоте, и

20 мМ водный раствор хлорида железа (III) (PanReac AppliChem, Spain) в соотношениях 10:1:1, соответственно. Для измерения ОАЕ экстрактов в пробирки вносили 1,45 мл свежеприготовленного реактива FRAP и 50 мкл образца, разбавленного дистиллированной водой в 2 раза, или дистиллированной воды для измерения контрольной пробы. Реакционную смесь инкубировали в течение 30 мин при 37 ºС в темноте, затем регистрировали оптическую плотность при длине волны 594 нм. Измерения проводили в трех повторах. ОАЕ образцов считали по градуировочному графику (R^2 = 0,9987), для построения которого использовали кверцетин (Sigma-aldrich, India) в диапазоне концентраций 1 мкМ – 0,1 мкМ, и выражали в мкмоль-экв. кверцетина / г белка;

- активность супероксиддисмутазы (SOD) экстрактов субпродуктов - на спектрофотометре СФ-2000 (ОКБ «Спектр», Россия) в соответствии с методикой Marklund and Marklund (1974) с модификациями Getellier, Mercier, Renerre (2004). К 1,14 мл 50 мМ фосфатного буфера (pH 8,2) добавляли 30 мкл экстракта и 30 мкл 10 мМ раствора пирогаллола (PanReac AppliChem, Germany), перемешивали и измеряли увеличение оптической плотности опытных проб в начале (D_0) и через 2 минуты инкубации (D_1) при длине волны 340 нм относительно 50 мМ фосфатного буфера (pH 8,2). Измерения вели в кюветах с расстоянием между рабочими гранями 1 см. Автоокисление пирогаллола измеряли в контрольной пробе в той же реакционной смеси, добавляя вместо образца 30 мкл фосфатного буфера. Расчет активности фермента проводили следующим образом. Вначале определяли процент ингибирования окисления пирогаллола (П, %) за счет SOD по отношению к контрольной пробе по формуле 1.

$$П\% = \frac{(\Delta D_{к} - \Delta D_{обр})}{\Delta D_{к}} \cdot 100\% \quad (1)$$

За единицу активности SOD (U) принимали способность образца ингибировать автоокисление пирогаллола в минуту, так как SOD является ферментативной составляющей антиоксидантной системы организма и имеет

белковую природу результаты пересчитывали на грамм белка и выражали в U/мг белка (формула 2),

$$\text{U/г} = \frac{\text{П\%}}{t \cdot V_{\text{обр}} \cdot \text{C}_{\text{белка}}} \quad (2)$$

где t – время инкубации (2 мин); $V_{обр}$ – объем вносимого образца (30 мкл); $C_{белка}$ – концентрация белка в пробе (г/л).

- определение активности каталазы (CAT) в экстрактах субпродуктов - на спектрофотометре СФ-2000 (ОКБ «Спектр», Россия). К 720 мкл 50 мМ фосфатного буфера (pH 7,0) добавляли 800 мкл 0,1% перекиси водорода (PanReac AppliChem, Germany) и измеряли оптическую плотность (D_0) при длине волны 240 нм относительно контрольной пробы, используя кюветы с расстоянием между рабочими гранями 1 см. Затем в пробирки вносили 30 мкл экстракта и через 1,5 минуты инкубации проводили еще раз измерение оптической плотности (D_1) при длине волны 240 нм. В качестве контроля вместо перекиси водорода вносили 800 мкл фосфатного буфера. Активность каталазы рассчитывали по формуле 3 и пересчитывали на грамм белка, выражая результаты в U / г белка:

$$U/\text{г} = \frac{(D_0 - D_1) \cdot r \cdot 10^6}{\varepsilon \cdot t \cdot \text{C}_{\text{белка}}} \quad (3)$$

где U=ммоль H_2O_2/мин; r – фактор разведения (51,67); Ɛ – коэффициент молярной экстинкции перекиси водорода (39,4 M^{-1} $см^{-1}$); t – время инкубации (1,5 мин), 10^6 – пересчет в мк; $C_{белка}$ – концентрация белка в образце (г/л);

- определение содержания активных продуктов, реагирующих с 2-тиобарбитуровой кислотой - на спектрофотометре СФ-2000 (ОКБ «Спектр», Россия). В стеклянные пробирки вносили 1,5 мл 2% раствора ортофосфорной кислоты и 0,1 мл экстракта, затем добавляли 0,5 мл 0.8% раствора 2-тиобарбитуровой кислотой (PanReac AppliChem, Germany). Реакционную смесь инкубировали на водяной бане в течение 45 мин. По истечению времени пробирки охлаждали в воде. Затем к реакционной смеси добавляли 2,0 мл н-бутанола (PanReac AppliChem, Germany) и тщательно перемешивали. Полученные растворы центрифугировали в течение 10 мин

при 3000 об/мин. Одновременно с опытными готовили контрольную пробу, для чего вместо образца вносили 0,1 мл дистиллированной воды. Надосадочную жидкость переносили в кюветы с расстоянием между рабочими гранями 1 см и проводили измерение на спектрофотометре СФ-2000 (ОКБ «Спектр», Россия) при двух длинах волн 535 и 570 нм. Концентрацию ТБК-АП в экстрактах рассчитывали по формуле 4 и выражали в мкмоль / г белка:

$$C = \frac{(D_{535} - D_{570})}{\varepsilon \cdot C_{белка}} \cdot r \cdot 10^6 \quad (4)$$

где С – концентрация ТБК-АП; D_{535} – оптическая плотность пробы при длине волны 535 нм; D_{570} – оптическая плотность пробы при длине волны 570 нм; r – фактор разведения (41); Ɛ – коэффициент молярной экстинкции триметинового комплекса МДА с ТБК ($1{,}56 \cdot 10^5$ $М^{-1}$ $см^{-1}$); 10^6 – пересчет в мк; $C_{белка}$ – концентрация белка в экстракте (г/л).

- двумерный электрофорез – следующим методом. Белки разделяли с использованием камеры (Bio-Rad, США) с помощью изоэлектрофокусирования (ИЭФ) в стеклянных трубках в первом направлении и гель-электрофорезом с использованием додецилсульфата натрия (SDS-PAGE) 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).

- кислотное число – по ГОСТ Р 55480-2013;

- перекисное число - по ГОСТ Р 54346-2011;

- тиобарбитуровое число – по ГОСТ Р 55810-2013;

- определение карбонильных групп в белках (продуктов перекисного окисления белков) - методом, основанным на том, что конечные продукты свободно радикального окисления белков могут количественно реагировать с

2,4-динитрофенилгидразином (2,4-ДНФГ) с образованием 2,4-динитрофенилгидразонов. Готовили три пробы.

Опытная проба 1. Для определения спонтанного образования карбонильных групп окисленных белков в центрифужные пробирки на 10 мл к 0,05-0,1 мл образца добавляли 100 мМ фосфатный буфер с pH 7,4 до конечного объема пробы 1 мл.

Опытная проба 2. Для определения металл-катализируемого образования карбонильных групп к 0,05-0,1 мл образца добавляли 0,1 мл раствора, содержащего 1мМ Fe_2+ и 1мМ ЭДТА и 0,1 мл 10мМ H_2O_2. Объем пробы доводили до 1 мл 100 мМ фосфатным буфером pH 7,4 и инкубировали при 37°С в течение 15 мин.

Контрольная проба. В центрифужные пробирки на 10 мл к 0,05-0,1 мл образца (содержащего 0,5-2,5мг белка) добавляли 100 мМ фосфатного буфера pH 7,4 до конечного объема пробы 1 мл.

Затем в контрольную пробу добавляли 4 мл 2,5М HCl, в обе опытные пробы – 4мл 10мМ 2,4-ДНФГ в 2,5М HCl.

Контрольную и опытные пробы выдерживали при комнатной температуре (20±2°С) в течение 1 ч в темноте, с перемешиванием через каждые 15 мин. Затем в каждую пробу добавляли по 5 мл холодной 20% ТХУ для осаждения белка и помещают в холодильник на 15 мин. После этого пробы центрифугировали 15 мин при 3000 об/мин. Супернатант удаляли. Осадки еще раз промывали 4 мл 10% ТХУ и центрифугировали.

Для экстракции липидов и удаления прореагировавшего с карбонильными группами окисленных белков 2,4-ДНФГ осадки механически разрушали, промывали 3 раза с 4 мл смеси этанол/этилацетат и центрифугировали при 3000 об/мин в течение 15 мин.

Осадок белка растворяли в 2 мл 8М мочевины и оставляли при 37°С при периодическом перемешивании. Не растворившиеся частицы удаляли центрифугированием.

Содержание карбонильных групп регистрировали спектрофотометрически, измерением оптической плотности опытных проб при 370 нм относительно контрольной пробы (обработанной 2,5М HCl).

Содержание карбонильных групп (С) в опытной пробе 1 и опытной пробе 2 рассчитывали с использованием коэффициента молярной экстинкции (С = 22 000 М-1 см-1) и выражали в нмоль на мл.

- содержание белка - биуретовым методом, для этого количество белка рассчитывали по калибровочной кривой, построенной с использованием растворов бычьего сывороточного альбумина в 8 М мочевине в диапазоне концентраций 1-10 мг/мл;

- определение КМАФАнМ в образцах (смывах) проводили с использованием плотной питательной неселективной среды PCA (Plate count agar) и после инкубации при (30,0±1,0) °С в течение 72 часов производили подсчёт всех выросших колоний. Результат выражали в КОЕ/см2. Для определения идентификации состава мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (МАФАнМ) отбирали колонии с различными культурально-морфологическими признаками. Идентификацию выделенных бактериальных культур проводили сначала путём изучения морфологии колоний и бактериальных клеток, а затем культуральных и биохимических признаков, присущих микроорганизмам;

- определение патогенных микроорганизмов - методом, основанным на петлевой изотермической амплификации ДНК (LAMP) с использованием праймеров, позволяющих распознать различные участки гена (мишени) бактерий. Использовали наборы для обнаружения: *L.monocytogenes*-3MMolecularDetectionAssay*Listeriamonocytogenes*, для обнаружения *Salmonella spp.* - 3MMolecularDetectionAssay*Salmonella*, для обнаружения *Campylobacter* - 3MMolecularDetectionAssay*Campylobacterspp.* Для предварительного обогащения (накопления) бактерий в образец (пакет с губкой) в асептических условиях добавляли 225 мл среды: для накопления бактерий рода *Salmonella*– забуференной пептонной водой, для накопления

Listeria monocytogenes– полуконцентрированного бульона Фрейзера, для накопления *Campylobacter spp*- среду обогащения для бактерий рода *Campylobacter* 3М. Полученную суспензию инкубировали в термостате при температуре 37,0±1,0 °С. Переносили 20 мм^3 обогащенной пробы в лизис-пробирку. В лизис-пробирку для отрицательного контроля вносили 20 мм^3 стерильной среды обогащения (забуференную пептонную воду, полуконцентрированный бульон Фразера и среду обогащения для бактерий рода *Campylobacter* 3М). Для лизирования клеток микроорганизмов штатив с пробирками помещали в нагревательный блок на 15±1 мин при температуре 100±1°С. По истечении времени штатив с лизис-пробирками извлекали из нагревательного блока и помещали его на охлаждение в охладительный блок на 10±1 мин. Затем проводили амплификацию нуклеиновых кислот. Для этого на каждую пробу брали 1 пробирку с реагентом для амплификации из соответствующего набора (тест-набор для обнаружения бактерий рода *Salmonella*, тест-набор для обнаружения бактерий *L. monocytogenes,* тест-набор для обнаружения бактерий *Campylobacter spp*) и помещали в штатив для амплификации. Переносили с помощью микропипетки 20 мм^3 содержимого в реагент-пробирки. После растворения лиофилизированной смеси перемешивали лизат в пробирке с помощью пипетки. Полученные образцы помещали в прибор для дальнейшей амплификации. Все пробы, определенные как положительные по результатам молекулярного анализа, подтверждали проведением стандартных лабораторных исследований в соответствии с ГОСТ 31659 (ISO 6579:2002) «Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*», ГОСТ 32031 «Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes»* и ГОСТ ISO 10272-1-2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы обнаружения и подсчета бактерий *Campylobacter spp.* Часть 1 Метод обнаружения».

- видовая идентификация отобранных микроорганизмов - масс-спектрометрическим методом MALDI-Tof-Msпутем прямого бактериального

профилирования с помощью времяпролётного масс-спектрометра «MALDI BiotyperMicroflex», с получением карты белковых масс, которая является специфичной характеристикой для каждого микроорганизма по типу «отпечатков пальцев». 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 следующим образом: с первой по третью ячейку каждого ряда вносили 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 (получение спектров) 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 – наиболее достоверные результаты, микроорганизм идентифицирован;

- оценка запаха субпродуктов - на электронном анализаторе запахов Heracles. Электронный анализатор запахов Heracles представляет собой сочетание высокоселективного, быстрого и чувствительного газового хроматографа, специально разработанного для анализа летучих соединений, и мощного программного обеспечения для обработки данных, которое позволяет проводить корреляции с сенсорной панелью экспертов. Анализатор Heracles содержит встроенный концентратор запаха – ловушку. Подготовленный образец, в виде газа или жидкости впрыскивается в инжектор и концентрируется в холодной ловушке на этапе загрузки. После

промывки ловушка нагревается, и концентрированный запах быстро вводится и распределяется между 2 колонками во время фазы впрыска. Летучие соединения, разделенные каждой колонкой, обнаруживаются двумя ПИД (пламенно-ионизационными детекторами) и регистрируются AlphaSoft. Затем происходит обработка полученных результатов.

- статистическая обработка - 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 (процентах) или абсолютных числах. Статистическую обработку проводили с использованием пакета 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

Выращивание и откорм животных на убой сопровождается огромными затратами природных и сельскохозяйственных ресурсов. «Откликом» на эти затраты является живая масса животных, полученная для убоя. Однако лишь часть продуктов убоя имеют пищевое значение. Образование отходов при убое животных является одной из основных экономических, экологических и социальных проблем производства мяса во всем мире [ИТС 41-2017].

Убой свиней, как и других видов сельскохозяйственных животных, является процессом, в результате которого образуются продукты убоя пищевого и технического (в том числе кормового) назначения, а также отходы, требующие утилизации. Затраты на утилизацию отходов снижают экономические показатели производства мяса [Лисицын А.Б. с соавт., 2015, Beretta C. et al, 2013].

За последние 20-30 лет в России не проводились исследования на предприятиях мясной промышленности по оценке изменения норм образования продуктов убоя по отношению к аналогичным нормам, действовавшим в СССР и разработанным когда-то для поголовья свиней, традиционно разводившегося в колхозах и совхозах различных регионов страны [Сборник нормативных показателей, 1997].

Также представляла научный и практический интерес оценка соотношения объемов образования пищевого и непищевого сырья с анализом возможности изменения этого соотношения в сторону увеличения сбора продуктов убоя на пищевые цели. В свою очередь, это, очевидно, возможно, при условии повышения безопасности и качества продуктов убоя.

Основным и наиболее ценным продуктом убоя и первичной переработки животных является мясо (в тушах, полутушах). Его качество оказывает огромное влияние на экономические показатели дальнейшего

производства мясной продукции [Лисицын А.Б. с соавт., 2015]. Без оценки показателей качества свинины, характеризующих ее функционально-технологические свойства, анализ изменений, произошедших в мясной промышленности с переходом на интенсивное свиноводство, был бы не полным.

В этой связи, данная глава посвящена исследованиям, проведенным в 2019-2021 годах на предприятиях Белгородской, Липецкой, Пензенской и Тамбовской областей по сбору и анализу информации об образовании продуктов убоя и уровне их качества. Одновременно были изучены не только объемы образования продуктов убоя, но и реальные направления их применения, сложившиеся на промышленных предприятиях.

3.1 Изучение объемов производства мясного сырья и пищевых продуктов убоя, получаемых от интенсивного свиноводства

В качестве базы для сравнения были выбраны нормы выхода продуктов убоя по [Сборник нормативных показателей, 1997], установленные для Белгородской, Липецкой, Пензенской и Тамбовской областей при убое и первичной переработке свиней с получением свинины в шкуре 2 категории.

В Сборнике нормативных показателей по выходу продукции, расходу сырья и материалов, действующих в мясной промышленности, утвержденных Министерством сельского хозяйства и продовольствия России 07.04.97 г., устанавлены нормы выхода мяса на кости к живой мясе животного, а остальных получаемых при убое продуктов - к мясу на кости. Современные тенденции анализа объемов образования продуктов убоя в мировой практике предусматривают приведение выхода всех позиций в % к живой массе животного, что позволяет видеть целостную картину использования рессурсов убойных животных. Для соответствия современной практике учета объемов обрабования продуктов убоя, нормативы 1997 года

были перерассчитаны в % к убойной массе животных.

Данные об образовании пищевых продуктов убоя были собраны при личном участии автора на промышленных предприятиях с мощностью убойных цехов от 300 до 500 голов свиней/час. Общее количество голов (N) – 2000. Результаты статистической обработки представлены в таблице 5.

Таблица 5– Сравнение норм выхода пищевых продуктов убоя 1997 года с результатами современных исследований по оценке образования аналогичных продуктов при убое гибридных интенсивно растущих свиней, поступающих на убой с живой массой 120±5 кг

Продукты убоя	Выход, % к живой массе свиней								P**
	Данные, рассчитанные на основе норм 1997 года [Справочник, 1997]				Экспериментальные данные 2019-2021 гг.				
	S	±m	Min	Max	S	±m	Min	Max	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Свинина в шкуре*	65,95	0,71	65,40	67,00	72,33	0,85	79,14	82,04	**0,000**
Свиной желудок	0,56	0,04	0,50	0,60	0,43	0,06	0,32	0,57	0,071
Калтык	0,24	0,02	0,23	0,26	0,19	0,02	0,12	0,24	0,077
Мясо пищевода	0,06	0,01	0,04	0,07	0,07	0,02	0,06	0,09	0,655
Мясокостный хвост	0,06	0,01	0,05	0,07	0,08	0,02	0,06	0,1	0,371
Легкие	0,21	0,03	0,18	0,26	0,31	0,09	0,01	0,56	0,292
Трахея	0,12	0,01	0,11	0,13	0,06	0,02	0,02	0,1	0,007
Селезенка	0,14	0,01	0,13	0,15	0,14	0,04	0,08	0,19	1,000
Ноги	1,35	0,01	1,33	1,35	2,27	0,75	1,71	2,35	0,220
Уши	0,41	0,02	0,39	0,45	0,51	0,06	0,45	0,66	0,114
Голова без языка и мозгов	4,67	0,11	4,51	4,73	4,32	0,75	5,86	7,03	0,644
Мясная обрезь	0,48	0,01	0,48	0,49	0,5	0,06	0,40	0,55	0,742

Окончание таблицы 5 – Сравнение норм выхода пищевых продуктов убоя 1997 года с результатами современных исследований по оценке образования аналогичных продуктов при убое гибридных интенсивно растущих свиней, поступающих на убой с живой массой 120±5 кг

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Печень	1,18	0,07	1,08	1,24	1,39	0,21	1,00	1,75	0,343
Почки	0,22	0,02	0,20	0,24	0,17	0,06	0,05	0,27	0,429
Язык	0,20	0,01	0,19	0,20	0,19	0,03	0,10	0,28	0,752
Мозги	0,05	0,00	0,05	0,06	0,11	0,02	0,09	0,13	0,003
Сердце	0,25	0,00	0,25	0,26	0,22	0,05	0,10	0,35	0,549
Диафрагма	0,36	0,02	0,34	0,37	0,31	0,02	0,18	0,35	0,077
Жир-сырец	3,58	0,81	2,94	4,76	0,73	0,13	0,50	0,97	**0,001**
Кровь пищевая	1,71	0,02	1,70	1,74	1,60	0,03	1,40	1,70	**0,002**

Примечание.

* 1997 год – свинина в шкуре 2-й категории в соответствии с ГОСТ 7724-77 «Мясо. Свинина в тушах и полутушах. Технические условия»; 2019-2021 гг – свинина в шкуре 2-го класса в соответствии с ГОСТ 31476-2012 «Свиньи для убоя. Свинина в тушах и полутушах. Технические условия»;

** различия считали статистически значимыми при $p<0,005$.

Как видно из таблицы 5, достоверные различия в значениях показателей были установлены только для выхода свинины в шкуре, жира-сырца и пищевой крови. В отношении выхода остальных наименований пищевых субпродуктов различия были статистически не значимые.

Следует отметить, что в ходе исследований (18 месяцев) не было отмечено влияние сезонных факторов на выход пищевых продуктов убоя. Отсутствие сезонных колебаний обусловлено тем, что в настоящее время выращивание свиней в сельскохозяйственных предприятиях (СХП) /на их долю приходится 84% всего поголовья свиней/ осуществляется в стандартных условиях, не зависимых от временных факторов, а именно, при определенных температурно-влажностных режимах, стабильном освещении, круглогодичном сбалансированном рационе, зависящим только от возраста животных.

Одновременно с повышением выхода свинины на кости отмечено снижение выхода жира-сырца, что обусловлено изменением генетического фонда животных и использованием интенсивных технологий выращивания. Отложения внутреннего жира просто не успевает произойти ввиду сокращения времени жизни животного до достижения требуемой массы.

Некоторые тенденции к повышению или снижению выхода пищевых субпродуктов, очевидно, были связаны с изменением на отдельных предприятиях границ выделения и/или степени зачистки от близлежащих тканей.

На рисунке 5 приведен внешний вид свиных ног, получаемых при первичной переработке свинины в 1997 г. и в настоящее время. Повышенный выход ног обусловлен переносом выше сустава линии по которой происходит отделение от туши животного.

а б

Рисунок 5. Субпродукт мясной обработанный. Ноги свиные. Внешний вид: а – в границах выделения 1997 года, б – в границах (линия отделения проходит выше сустава) 2021 года.

Некоторое снижение выхода ушей, головы, желудка, диафрагмы, почек и сердца могло быть связано с изменением относительной массы органов у гибридных животных.

Вместе с тем, было отмечена тенденция к увеличению выхода легких и печени. Указанные изменения могли быть обусловлены изменившейся технологической практикой убоя, например, в связи с использованием обездвиживания животных углекислым газом. Увеличение выхода легких, получаемых от современного свиноводства, может быть также следствием использования на предприятиях по первичной переработке свинины горизонтальных шпарчанов.

Однако, в целом, необходимо признать, что нормы выхода пищевых субпродуктов 1997 года сохранили свою актуальность до настоящего момента. Проведенные исследования показали, что суммарный выход пищевых субпродуктов практически не изменился с переходом на гибридных быстрорастущих животных (статистически значимые различия отсутствуют – p=0,401).

На рисунке 6 представлены диаграммы, характеризующие соотношение объемов образования мяса на кости, жира-сырца, пищевой крови, пищевых субпродуктов и непищевого сырья, включая отходы.

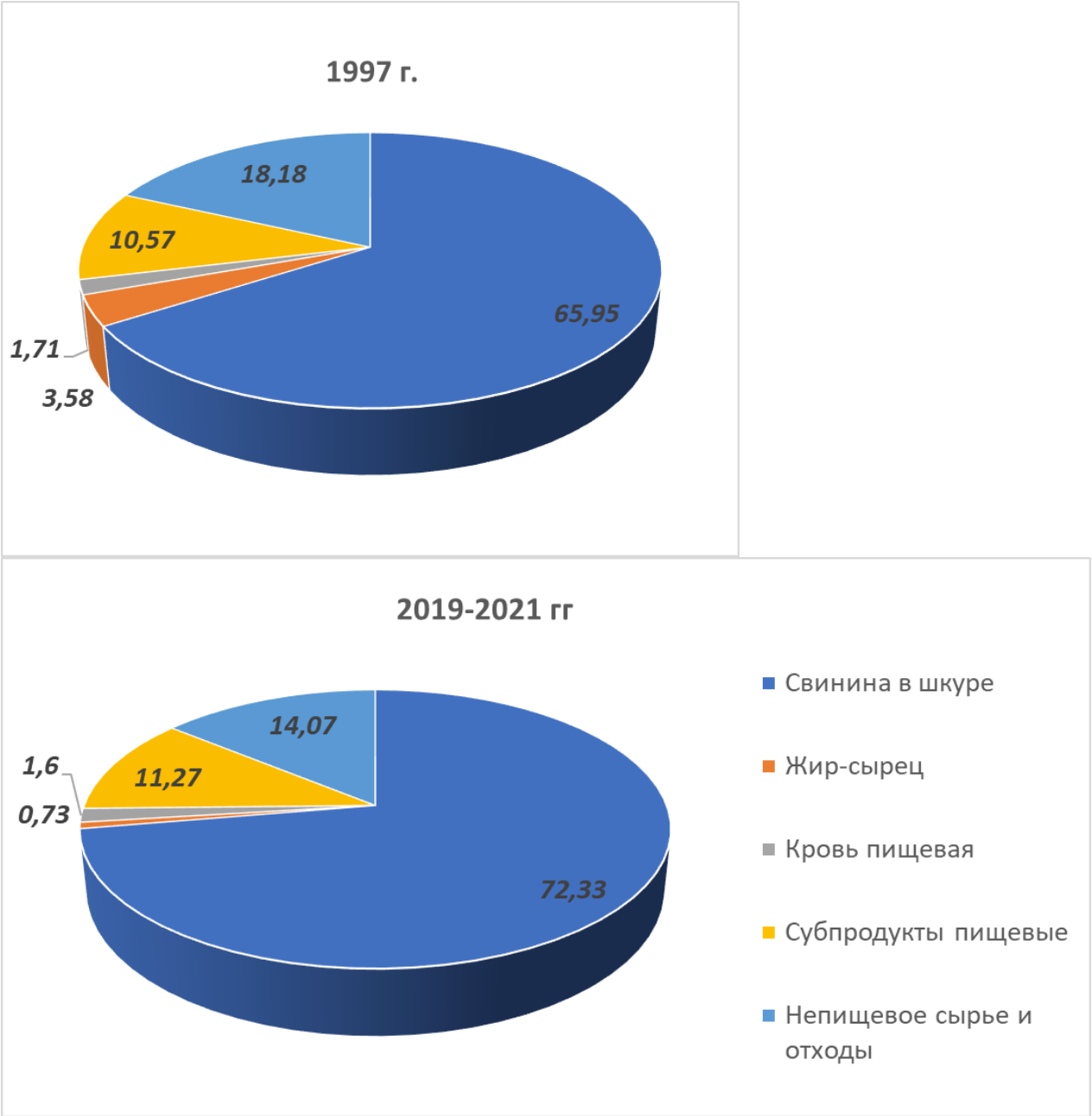


Рисунок 6 – Соотношение объемов образования (в % к живой массе) пищевого и непищевого сырья по нормам 1997 года и в 2019-2021 годах.

Из рисунка 6 следует, что выход свинины на кости и субпродуктов увеличился, соответственно, на 6,38% и 0,70%. В то же время снизился выход жира-сырца (-2,85 %) и пищевой крови (-0,11%). В целом, с переходом на интенсивное свиноводство, выход пищевого сырья повысился, а объем образования непищевого сырья и отходов, соответственно, снизился на 4,11 %. Таким образом, интенсивное свиноводство оказало существенный положительный эффект на получение пищевого сырья в результате убоя свиней (рис. 7).

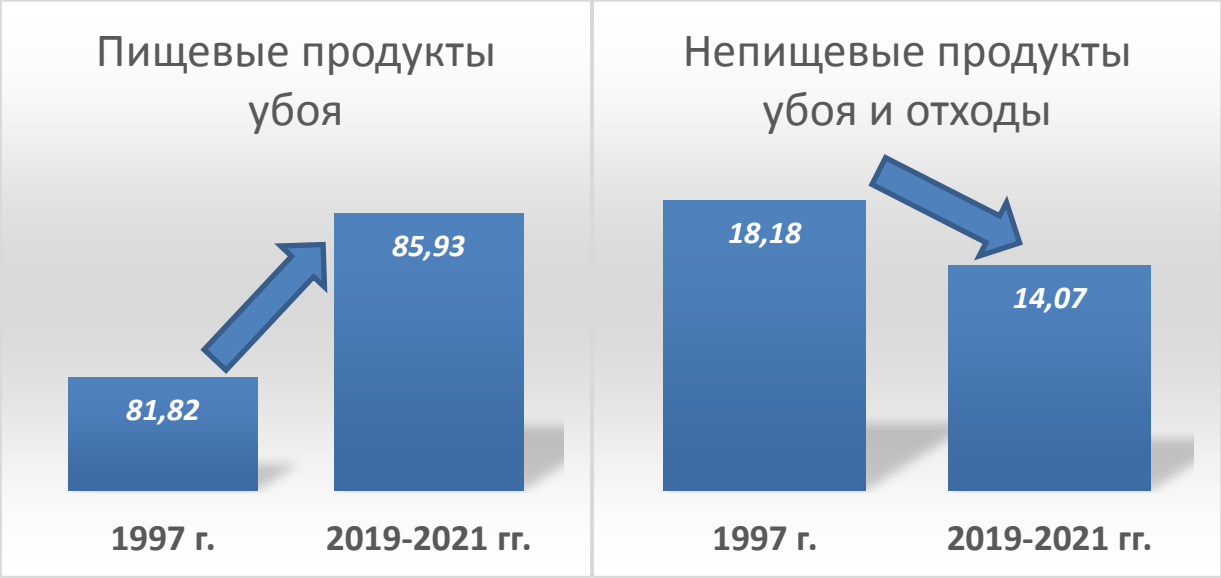


Рисунок 7 – Две положительные тенденции, связанные с интенсивным свиноводством – повышение выхода пищевых продуктов убоя; сокращение непищевых продуктов убоя и отходов

Положительное влияние интенсивного свиноводства на повышение доли пищевого сырья в результате убоя животных, уже не раз отмечалось в научной литературе [Amicarelli V. et al, 2021]. Однако ценность таких выводов в данной работе состоит в том, что они отражают, посредством впервые проведенных масштабных исследований промышленных предприятий Российской Федерации, реальную картину, сложившуюся в российском свиноводстве.

Параллельно со сбором данных с промышленных предприятий, были собраны и проанализированы статистические данные по объему образования продуктов убоя свиней.

Выполнение государственных программ по развитию животноводства обеспечило формирование устойчивой тенденции роста поголовья свиней в России. По состоянию на 1 декабря 2015 г. поголовье свиней составляло уже 21,9 млн голов, в то время как в 2000 г. всего 13,7 млн голов [Гражданкин А. И., Кара-Мурза С. Г., 2015]. Согласно данным Росстата, в России, в 2020 г. количество голов свиней составляло уже 46,5 млн голов

[Росстат, 2021].

Ведущими регионами-производителями свинины были признаны Белгородская, Тамбовская, Липецкая, Курская, Тверская, Воронежская, Челябинская, Псковская, Пензенская, Краснодарский край и республика Мордовия. В 2020 году объём производства охлажденной свинины в них составил 64,1 % от общего объёма производства мяса на кости в нашей стране. Лидером по объему производства свинины на протяжении последних лет остается Белгородская область [Петрунина И.В., Осянин Д. Н., 2020].

Объемы производства свиней на убой в регионах, где проводили исследования, в последние годы динамично росли и в 2020 году составили: в Белгородской области – 922,4 тыс тонн, в Тамбовской области – 272,7 тыс тонн, в Липецкой области – 172,2 тыс тонн, в Пензенской области – 75,2 тыс тонн (рис. 8) [Росстат, 2021].

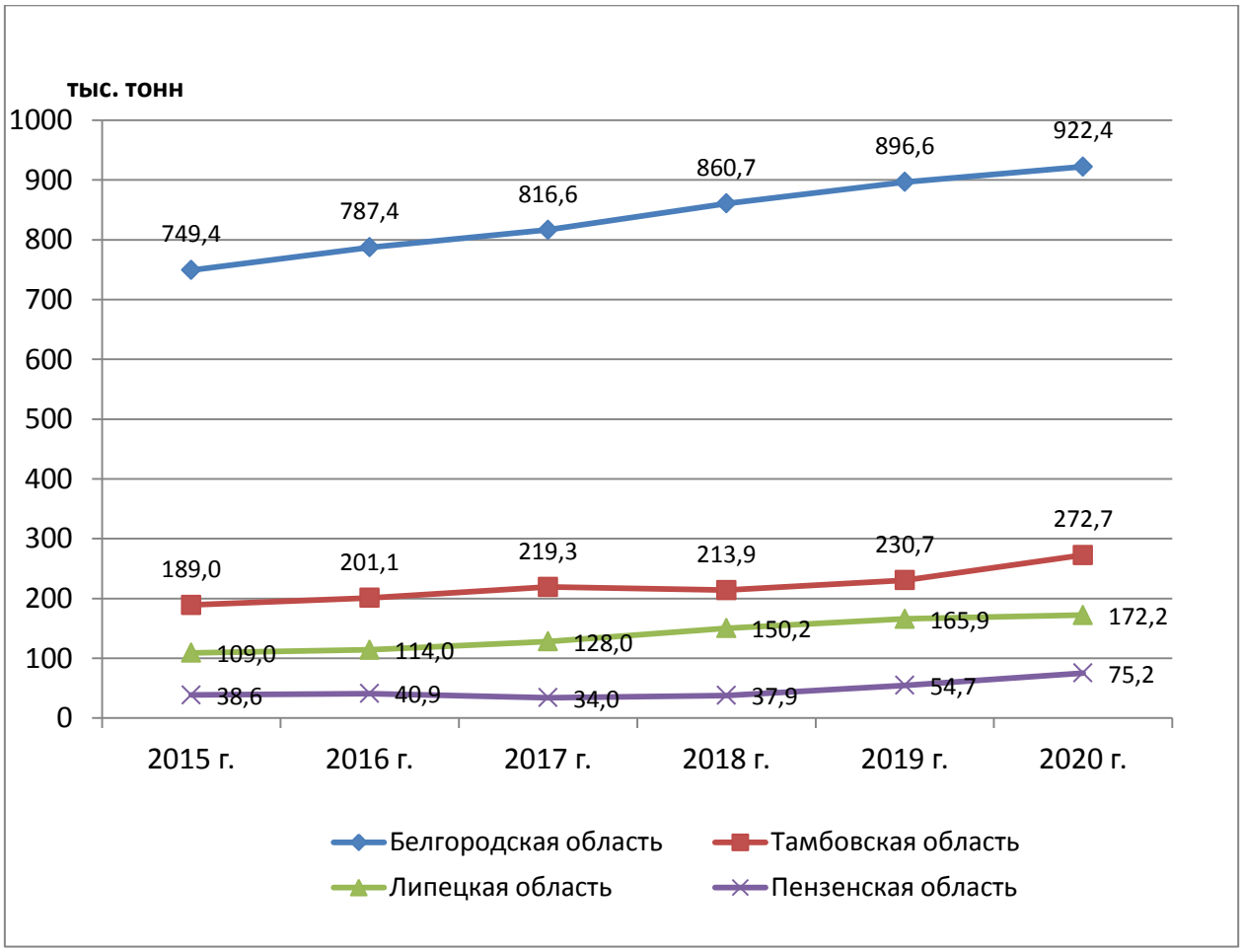


Рисунок 8 - Рост производства свиней на убой в 4-х регионах за последние 6 лет

Согласно результатам убоя свиней на предприятиях и установленным нормам выхода, объемы образования пищевых субпродуктов в Белгородской, Тамбовской, Липецкой и Пензенской областях должны были составить не менее 11,3 %. Фактические объемы образования пищевых субпродуктов, показанные в статистических данных, были значительно ниже (рис. 9) [Росстат, 2020].

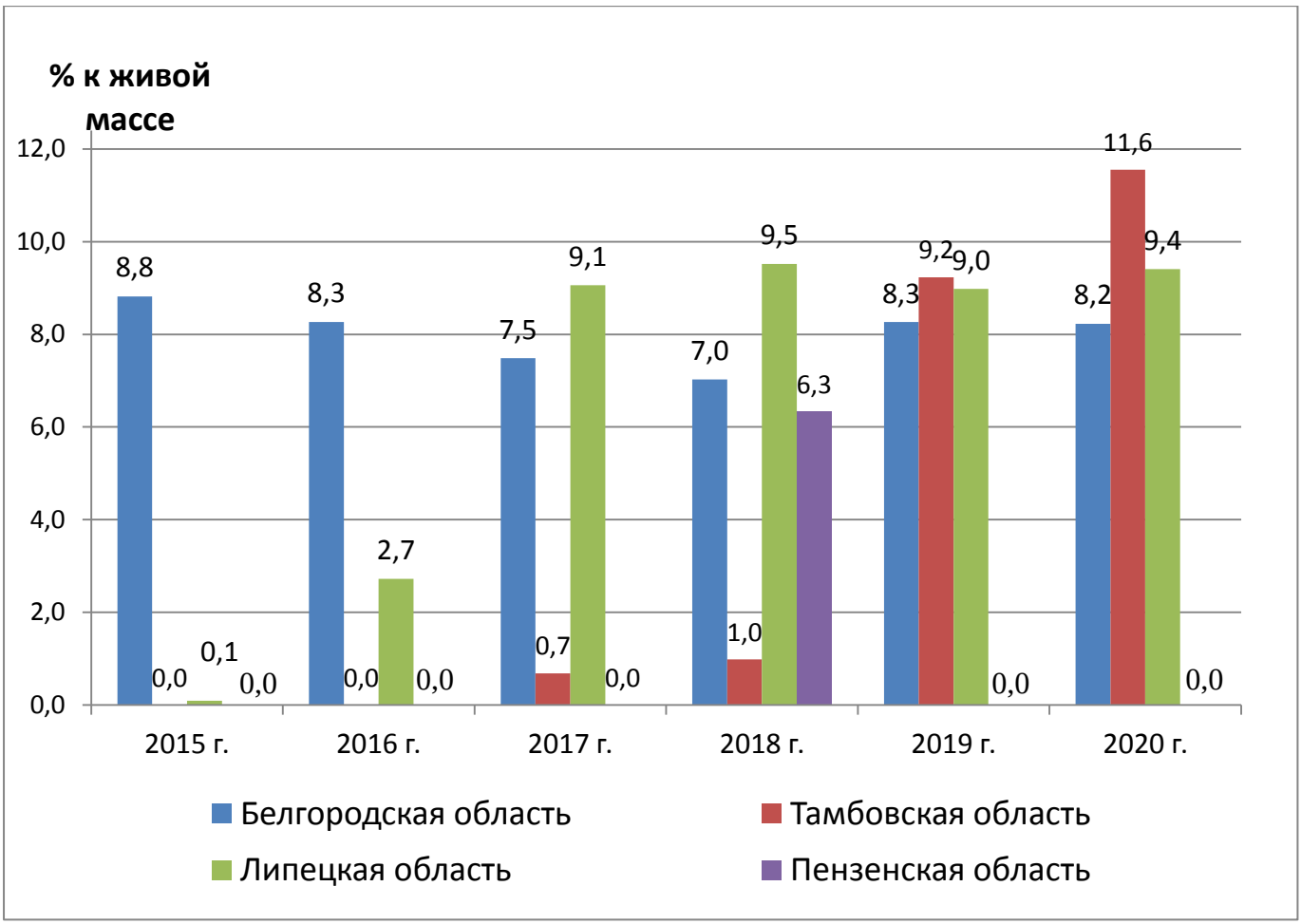


Рисунок 9 – Фактические объемы производства пищевых субпродуктов в 4-х регионах за последние 6 лет (по данным [Росстат, 2020]).

Как видно из рисунка 9, по Пензенской области, данные о производстве пищевых субпродуктов имелись только за 2018 год и были на 54% ниже нормы. В 2020 году только в Тамбовской области статистические даные по производству пищевых субпродуктов соответствовали нормативным (даже с незначительным превышением). В целом же, расчеты показали, что объем непроизведенных пищевых субпродуктов был эквивалентен потере поголовья свиней в:

- 3,4 млн голов - по 3-м областям (Белгородская, Липецкая и Тамбовская), которые иогласно статистическим данным, имеют практику регулярного сбора, обработки и реализации, пищевых субпродуктов;

- 14,6 млн голов - по всей территории Российской Федерации.

Таким образом, проведеный анализ показал, что несмотря на то, что внедрение интенсивного свиноводства способствует повышению объемов образования пищевых продуктов убоя, это преимущество не реализуется. Анализ статистических данных только по производству пищевых субпродуктов показал, отдельные регионы и страна в целом могут существенно повысить объемы выпуска пищевых продуктов убоя и продуктов их переработки.

3.2 Анализ основных направлений использования субпродуктов

Данный раздел работы посвящен пищевым субпродуктам, которые являются после мяса на кости, второй по значимости группой пищевых продуктов убоя, и имел целью изучение направлений использования этого вида сырья по следующим причинам:

- во-первых, необходимо было объяснить расхождение между данными по образованию пищевых субпродуктов при убое свиней и статистическими данными по фактическому производству пищевых субпродуктов;

- во-вторых, было высказано предположение, что пищевые субпродукты собираются, но не направляются на пищевые цели;

- в-третьих, была выдвинута гипотеза о несоответствии субпродуктов по безопасности и качеству как основной причине изменения их назначения с пищевого на техническое (в том числе кормовое).

Тот факт, что побочные продукты убоя в Российской Федерации собираются не более, чем на 1/3 неоднократно поднимался в публикациях отечественных ученых [Лисицын А.Б. с соавт, 2013]. Однако причины сохранения такой ситуации, очевидно, требуют дополнительного анализа.

В этой связи, научный и практический интерес представляет изучение проблематики качества и безопасности субпродуктов, получаемых от убоя гибридных интенсивно растущих свиней с учетом влияния различных факторов, в том числе технологических.

Изучение проблематики качества и безопасности субпродуктов проводили непосредственно на промышленных предприятиях, в убойных и субпродуктовых цехах. Для этого, в процессе убоя и первичной обработки парных субпродуктов визуально оценивали их состояние, при наличие массовых дефектов проводили градацию по степени их выраженности и собирали информацию о направлениях реализации субпродуктов, выбираемых производителем. Собранную на предприятиях информацию анализировали и обобщали (табл. 6). При этом проводили регистрацию осмотра не менее 50 штук субпродуктов каждого наименования, как показано на примере сердца, печени, почек и легких (табл. 7).

Таблица 6 – Основные направления использования, выбираемые производителями, в зависимости от качества и безопасности субпродуктов

Наименование субпродукта	Состояние/проблематика качества/безопасности	Направления использования
1	2	3
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

Окончание таблицы 6 – Основные направления использования, выбираемые производителями, в зависимости от качества и безопасности субпродуктов

1	2	3
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
	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
Примечание. * - в скобках указан процент встречаемости проблемы, полученный оценочно в условиях предприятий.		

Как показано в таблицы 6, все субпродукты могут иметь те или иные дефекты. Причины дефектов - разные. В зависимости от частоты их встречаемости, от отсутствия технологической и/или организиционной возможности снизить количество субпродуктов с дефектами, а также коммерческих условий, у производителей формируются определеные направления реализации субпродуктов.

Свиной язык. Основной проблемой качества свиного языка, которая выявлялась в производственных условиях предприятий, было нарушение целостности тела языка и/или наружнего плотного слоя защищающего язык.

Согласно проведенным исследованиям обработанного свиного языка до 15% от исследуванных образцов имели нарушения целостности языка (рисунок 10).

Рисунок 10 - Свиной язык с нарушением целостности.

Основная причина – механические воздействия на этапе первичной переработки свиней при шпарке и обработке бильными машинами. Наиболее выражен дефект на предприятиях, где применяется CO_2-обездвиживание (способствует выпадению языка из ротовой полости) и шпар-чаны горизонтального типа.

Нарушение целостности тела языка не только не соответствует требованиям ГОСТ 32244 «Субпродукты мясные обработаннные. Технические условия», но и создает условия для проникновения бактерий и

развития микробиологической порчи. Таким образом, выявление этого дефекта изменяет направление переработки. Свиные языки с нарушением целостности направляют на промышленную переработку, поскольку не могут быть реализованы в натуральном виде, в охлажденном или замороженном состоянии.

Сердце, печень, почки, легкие. Наиболее типичной проблемой качества перечисленных субпродуктов (благополучных в ветеринарном отношении), по результатам работы на предприятия стала высокая кровенаполненность. Оценку сердца, печени, почек и легких проводили в соответствии с МР 11-00419779-11 «Методические рекомендации по оценке кровенаполненности субпродуктов», разработанными в ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. Согласно методическим рекомендациям, оценку кровенаполненности проводили путем осмотра перечисленных субпродуктов, представленных к осмотру одновременно с градацией уровня проявления дефекта:

- в норме: сердце, включая миокард, и другие субпродукты – должны быть в нормальном состоянии; допускается лишь содержание незначительного кличества сгустов крови в желудочках и предсердии;

- средняя: сердце – желудочки и предсердия наполнены кровью (сгустками крови), миокард – в норме или умеренно наполнен кровью; легкие – умеренно наполнены кровью; печень и почки – в норме или умеренно кровенаполненные;

- выше средней: сердце – желудочки и предсердия наполнены кровью (сгустками крови), миокард – наполнен кровью; легкие – наполнены кровью, бронхи – в норме или наполнены кровью; печень и почки – в норме или наполнены кровью;

- высокая: сердце – желудочки и предсердия переполнены сгустками крови, миокард – значительно или сильно наполнен кровью; легкие и бронхи – значительно наполнены кровью, преимущественно в верхних долях; печень и почки – значительно наполнены кровью.

Для описания кровенаполненности легких был использован термин «гемаспирация» (лат. – haemaspiratio – накопление крови в легочных альвеолах и бронхах). В отличие от «красных» субпродуктов (печени, сердца, почек) гемаспирация легких делает их полностью непригодными для реализации и/или промышленной переработки.

Результаты осмотра печени, сердца, почек и легких, полученных от 54 животных (на примере одного предприятия), представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Результаты осмотра свиных субпродуктов

Номер живот-ного	Результат оценки наполненности кровью	Примечание
1	2	3
1	Сердце печень, почки - в норме	**Гемоаспирация легких**
2	Сердце печень, почки - в норме	**Гемоаспирация легких**
3	Сердце печень, почки - в норме	**Гемоаспирация легких**
4	Сердце – кровенаполнение тканей средней степени, печень, почки – в норме	**Гемоаспирация легких** Сердце: желудочки и предсердия наполнены сгустками крови
5	**Сердце – кровенаполнение тканей высокое**, печень, почки – в норме	**Гемоаспирация легких** Сердце: желудочки и предсердия наполнены сгустками крови
6	Сердце – кровенаполнение тканей средней степени, **печень, почки – высокое**	**Гемоаспирация легких** Печень: сосуды наполнены кровью
7	Сердце – кровенаполнение тканей средней степени, печень, почки – в норме	**Гемоаспирация легких**
8	**Сердце – кровенаполнение тканей высокое, печень, почки – высокое**	**Гемоаспирация легких** Сердце: желудочки и предсердия наполнены сгустками крови Печень: сосуды значительно наполнены кровью

Продолжение таблицы 7. Результаты осмотра свиных субпродуктов

1	2	3
9	Сердце – кровенаполнение тканей средней степени, печень, почки – в норме	**Гемоаспирация легких** Сердце: перикардит
10	**Сердце – кровенаполнение тканей высокое**, печень, почки – среднее	**Гемоаспирация легких** Печень: сосуды наполнены кровью
11	**Сердце – кровенаполнение тканей высокое**, печень, почки – среднее	**Гемоаспирация легких** Печень: сосуды наполнены кровью
12	Сердце и печень – кровенаполнение тканей средней степени, почки – в норме	**Гемоаспирация легких** Печень: сосуды наполнены кровью
13	Сердце и печень – кровенаполнение тканей средней степени, почки – в норме	**Гемоаспирация легких** Печень: токсическая дистрофия
14	Сердце и печень – кровенаполнение тканей средней степени, почки – в норме	**Гемоаспирация легких** Сердце: перикардит Печень: токсическая дистрофия
15	Сердце, печень и почки – в норме – в норме	**Гемоаспирация легких**
16	Сердце, печень и почки – в норме	Печень: токсическая дистрофия
17	Сердце, печень и почки – в норме	Печень: токсическая дистрофия
18	Сердце, печень и почки – в норме	Печень: токсическая дистрофия
19	**Сердце - кровенаполнение тканей высокое**, печень, почки – в норме	**Гемоаспирация легких** Печень: токсическая дистрофия
20	Сердце, печень и почки – в норме	Печень: цирроз
21	**Сердце - кровенаполнение тканей высокое**, печень, почки – в норме	**Гемоаспирация легких** Сердце: желудочки и предсердия наполнены сгустками крови Печень: сосуды наполнены кровью

Продолжение таблицы 7. Результаты осмотра свиных субпродуктов

1	2	3
22	**Сердце - кровенаполнение тканей высокое** **Печень, почки – выше среднего кровенаполнение**	**Гемоаспирация легких** Сердце: желудочки и предсердия наполнены сгустками крови
23	Средняя	**Гемоаспирация легких**
24	Сердце – среднее кровенаполнение **Печень, почки – выше среднего кровенаполнение**	**Гемоаспирация легких**; кровенаполненность тканей сердца соответствовала средней степени
25	Сердце – среднее кровенаполнение **Печень, почки – выше среднего кровенаполнение**	**Гемоаспирация легких**; кровенаполненность тканей печени
26	**Сердце - кровенаполнение тканей высокое**, печень, почки – в норме	**Гемоаспирация легких**
27	**Сердце - кровенаполнение тканей высокое**, печень, почки – в норме	**Гемоаспирация легких**
28	**Сердце - кровенаполнение тканей высокое**, печень, почки – в норме	**Гемоаспирация легких**
29	**Сердце - кровенаполнение тканей высокое**, печень, почки – в норме	**Гемоаспирация легких**
30	**Сердце - кровенаполнение тканей высокое**, печень, почки – в норме	**Гемоаспирация легких**
31	Сердце - кровенаполнение тканей выше среднего, печень, почки – в норме	**Гемоаспирация легких**; кровенаполненность тканей печени соответствовала средней степени
32	**Сердце - кровенаполнение тканей высокое**, печень, почки – в норме	**Гемоаспирация легких**
33	**Сердце - кровенаполнение тканей высокое**, печень, почки – в норме	**Гемоаспирация легких**
34	Средняя	**Гемоаспирация легких**
35	Сердце – среднее кровенаполнение **Печень, почки – выше среднего кровенаполнение**	**Гемоаспирация легких,** изменение цвета печени
36	Сердце - кровенаполнение тканей высокое, печень , почки – в норме	**Гемоаспирация легких**

Продолжение таблицы 7. Результаты осмотра свиных субпродуктов

1	2	3
37	Средняя	**Гемоаспирация легких**
38	Сердце – среднее кровенаполнение **Печень, почки – выше среднего кровенаполнение**	**Гемоаспирация легких**
39	Сердце, почки – среднее кровенаполнение **Печень – выше среднего кровенаполнение**	**Гемоаспирация легких**, кровенаполненность сосудов и тканей в большей степени выявлена в печени
40	Сердце – среднее кровенаполнение **Печень, почки – выше среднего кровенаполнение**	**Гемоаспирация легких** Кровенаполненность тканей в большей степени выявлена в печени
41	Сердце – среднее кровенаполнение **Печень, почки – выше среднего кровенаполнение**	**Гемоаспирация легких**, кровенаполненность сосудов и тканей в большей степени выявлена в печени
42	Сердце и печень – среднее кровенаполнение, почки – в норме	**Гемоаспирация легких**
43	Сердце, почки – среднее кровенаполнение **Печень – выше среднего кровенаполнение**	**Гемоаспирация легких**, кровенаполненность сосудов и тканей в большей степени выявлена в печени
44	Сердце, почки – среднее кровенаполнение **Печень – выше среднего кровенаполнение**	**Гемоаспирация легких**, подозрение на микоплазмоз; Кровенаполненность сосудов в большей степени выявлена в печени
45	**Сердце - кровенаполнение тканей высокое**, печень, почки – в норме	**Гемоаспирация легких**; Лимфоузлы на пищеводе имели значительные кровоизлияния
46	**Сердце и печень – среднее кровенаполнение,** почки – в норме	**Гемоаспирация легких, подозрение на микоплазмоз. Кровенаполненность тканей сердца соответствовала средней степени;**

Окончание таблицы 7. Результаты осмотра свиных субпродуктов

1	2	3
47	Сердце и печень – среднее кровенаполнение, почки – в норме	**Гемоаспирация легких** Кровенаполненность тканей и сосудов сердца соответствовала средней степени
48	Сердце, почки – среднее кровенаполнение **Печень – выше среднего кровенаполнение**	**Гемоаспирация легких**; кровенаполненность сосудов и тканей в большей степени выявлена в печени
49	Сердце и печень – среднее кровенаполнение, почки – в норме	**Гемоаспирация легких**
50	Сердце и печень – среднее кровенаполнение, почки – в норме	**Гемоаспирация легких**; кровенаполненность сосудов и тканей в большей степени выражена в легких
51	Сердце и печень – среднее кровенаполнение, почки – в норме	**Гемоаспирация легких**
52	**Сердце - кровенаполнение тканей высокое**, печень, почки – в норме	**Гемоаспирация легких** Кровенаполненность тканей и сосудов сердца очень сильная
53	Сердце, печень, почки – среднее кровенаполнение	**Гемоаспирация легких**, подозрение на микоплазмоз
54	Сердце, печень, почки – среднее кровенаполнение	**Гемоаспирация легких**; Кровенаполненность тканей сердца соответствовала средней степени

Как видно из табл. 7, 31% сердец имели высокую степень кровенаполенности и выше средней, 52% - среднюю степень наполнения кровью и лишь 17% сердец не имели отклонений в качестве. 22,2% печени имели высокую и выше средней степень наполнения кровью, 27,8% - среднюю, 50% печени соответствовали норме. 60% почек были в норме, но при этом 21% характеризовался высокой и выше средней степенью наполнения кровью, а 19% образцов были отнесены к почкам, имевшим среднюю степень кровенаполненности. Только 7% легких были в норме и не имели признаков гемаспирации.

Оценка качества субпродуктов на различных предприятиях по убою и первичной переработке свиней показала, что до 30% от объема получения сердца, печени и почек (в особенности, сердце и печень) характеризуются высокой степенью кровенаполнения (рис. 11 и 12).

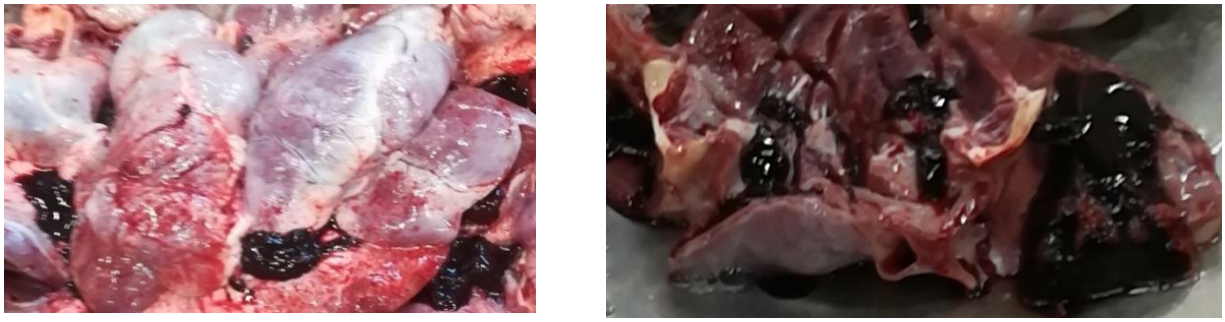


Рисунок 11 - Сердце с высокой степенью кровенаполнения

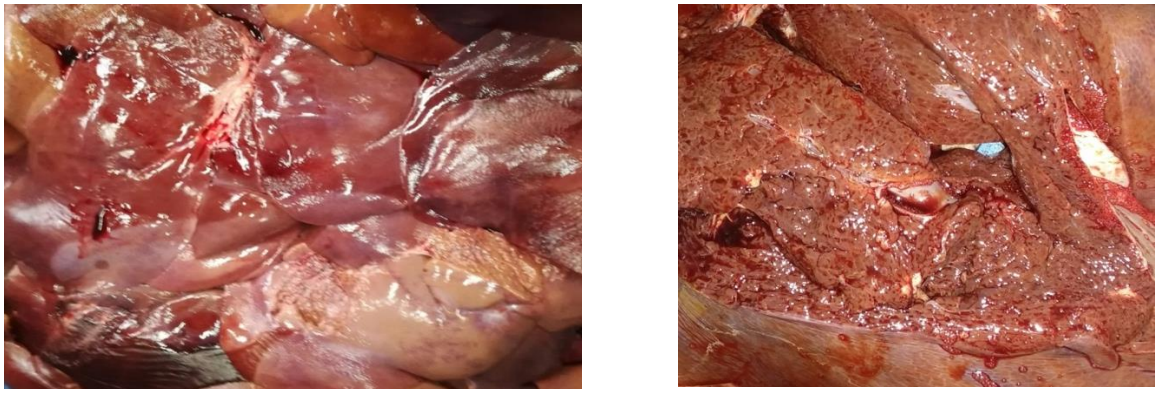


Рисунок 12 - Печень с кровенаполнением выше среднего

Поскольку с плохим обескровливанием связаны риски микробиологической порчи и отсутствие надлежащего внешнего вида, то предприятия предпочитают в качестве направлений использования этих субпродуктов реализацию в замороженном виде или промышленную переработку.

Кроме этого, помимо высокой кровенаполненности, в печени и других субпродуктах зачастую обнаруживаются признаки заболеваний животных. В приведенном примере результатов осмотра (табл. 7) 54 образцов были выявлены 5% печени с признаками токсической дистрофии и цирроза печени.

Оценка качества свиных легких на разных предприятиях показала, что не более 10% могут быть направлены на промышленную переработку,

остальные 90% были с признаками гемаспирации, в связи с этим их направляют только на утилизацию (рисунок 13).

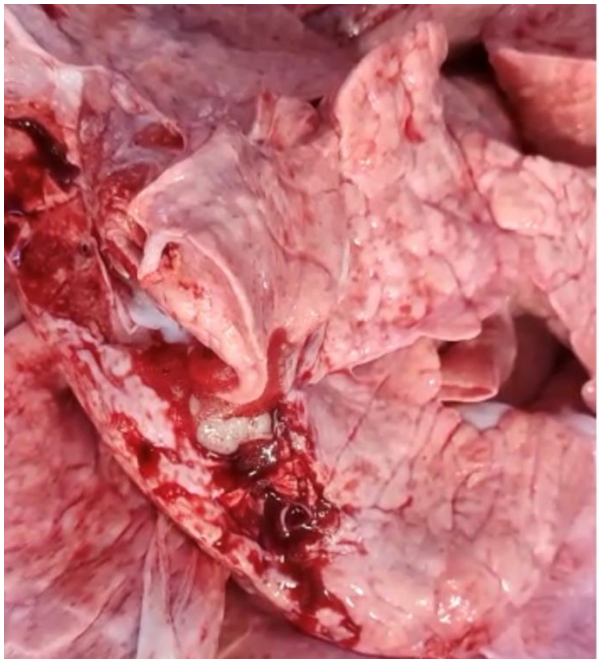


Рисунок 13- Легкое с признаками гемаспирации

Причиной плохого обескровливания сердца, печени, почек, легких может быть применение для обездвиживания животных углекислого газа, горизонтального способа обескровливания и шпарки туш, увеличение/сокращение временных интервалов на выполнение отдельных операций по убою и первичной переработке свиней.

Мясо пищевода, трахея, калтык, селезенка, диафрагма и мясная обрезь. Эти субпродукты традиционно относят к малоценным, хотя они обладают достаточно высокой пищевой ценностью [Лебедева Л.И. с соавт., 2016]. Оценка их условий сбора и накопления показала, что для всех этих продуктов существуют высокие микробиологические риски. Ни на одном из предприятий не практиковалась реализация этих субпродуктов населению. Их направляют на промышленную переработку и/или используют на кормовые цели.

Свиные головы. Видимые дефекты, которые можно выявить при визуальном осмотре данного субпродукта, как правило, отсутствуют или

очень редки. Выбор направления использования свиных голов в большей степени зависит от организации работы на предприятии. Часть предприятий отправляют свиные головы на реализацию. Это сопряжено с достаточно высокими микробиологическими рисками, так как, в отличие от внутренних органов, голова (ротовая полость, например) не стерильна даже при жизни животного. Кроме этого, микробиологические риски, очевидно, повышаются в случае организации производства без отделения голов от парных туш. В процессе проведения исследований было отмечены нарушения требований ХАССП и санитарных требований, связанных с дополнительными рисками контаминации свиных голов, когда их отделение от туш предусмотрено только на этапе разделки охлажденного мясного сырья. Учитывая как выше указанные микробиологические риски, так и сложности при реализации и при приготовлении в домашних условиях, направление свиных голов на промышленную переработку является наиболее целесообразным (рисунок 14).

Рисунок 14 – Неправильная организация производства, приводящая к повышенным рискам контаминации свиных голов

Хвосты, уши, ноги. Результаты оценки качества и последующего определения направления применения хвостов, ушей и ног показали, что для

этой группы субпродуктов наиболее характерены дефекты, связанные с условиями содержания животных в сельхозпредприятиях, с организацией транспортирования и предубойной выдержки. Как правило, это дефекты, причиной которых является травмирование животных. В ходе выполнения работы было отмечено, что до 10% животных поступают на оглушение с тяжелыми поражениями хвостов и ушей в результате укусов. Соответственно, и частота проявления дефектов этих субпродуктов составила до 10%. Субпродукты с такими дефектами не используются для реализации потребителю, а направляются на промышленную переработку или утилизацию.

Укусы хвостов представляют собой большую проблему для свиноводства. Считается, что это многофакторная проблема, обусловленная различными причинами. В тяжелых случаях, укусы могут быть осложнены абсцессами и другими поражениями костной и прилегающих к костям тканей. Предотвращение укусов хвостов должно основываться на правильной организации условий содержания животных, исключающей возникновение конкуренции среди животных или стресса. В некоторых странах пробовали обрезать хвосты, но было установлено, что обрезание хвоста у свиньи не спасает от вспышки последующих укусов животных [Schrøder-Petersen D. L, Simonsen H. B., 2001, Silva C.M. et al, 2008].

Повреждения ног обусловлены также прижизненными факторами, как правило, переломами и другими поражениями конечностей. Данный дефект был отмечен на разных предприятиях в количестве до 10% от исследованных свиных ног.

Желудки. В настоящее время все предприятия, на которых проводили исследования, собирают свиные желудки и реализуют их на экспорт, что обуславливает необходимость получения желудков высокого качества. Исследования желудков (N=500) показали, что основной причиной снижения их качества являются проявления катарального воспаления.

Данная проблема – комплексная, очевидно, связанная с кормлением животных и с реакциями их организма на стрессовые факторы.

По результатам исследования была разработана система градации их качества в зависимости от степени проявления катарального воспаления:

- без патологии: слизистая оболочка не набухшая, сероватого цвета, без видимых изменений, с остатками содержимого или без (рис. 15);

- очаговое катаральное воспаление желудка: характеризуется набуханием, гиперемией слизистой оболочки, выраженной дистрофией эпителия с гиперсекрецией слизи в виде серовато-белых мутных наложений или хлопьев, с остатками содержимого или без (рис. 16);

- острое серозное воспаление желудка: характеризуется набуханием, гиперемией и инфильтрацией слизистой оболочки, подслизистого слоя серозным эксудатом с очаговыми кровоизлияниями (рис. 17).

Рисунок 15 - Свиные желудки (внутренняя поверхность) без патологий

Рисунок 16 - Свиные желудки (внутренняя поверхность) с проявлением очагового катарального воспаления

Рисунок 17 - Свиные желудки (внутренняя поверхность) с проявлением острого серозного воспаления

Результаты исследование свиных желудков на этапе их первичной переработки показали, что до 40% желудков имеют разную степень катарального воспаления, что ограничивает их реализацию на экспорт. Таким образом, для направления на экспорт в настоящее время пригодно лишь 60% получаемых желудков.

Щековина, шкура, межсосковая часть. Эти шерстные субпродукты отличаются от других продуктов убоя, так как образуются не в процессе убоя и первичной переработки, а при разделке охлажденных свиных полутуш. Согласно существующей практике, эти субпродукты направляются на промышленную переработку, где они используются в качестве ингредиентов для производства различной мясной продукции.

Основные дефекты качества этих субпродуктов связаны с остатком щетины и следами прижизненного травмирования (рис. 18). Последнее имеет наиболее важное значение для свиной шкуры, которая может использоваться в целом виде для выпуска формованной мясной продукции (с обертыванием в шкуру или с выкладыванием форм шкурой) [Лебедева Л.И. с соавт., 2016].

Часть производителей, учитывая возможные направления использования шкурки, стали внедрять выделение 2 товарных позиций: шкура корпусная (крупонная часть шкуры) и шкура для промышленной переработки (на эмульсию и изготовление белкового стабилизатора). Последняя представляет собой мелкие кусочки шкурки, срезанные с разных участков поверхности туш (полутуш).

Рисунок 18 – Дефект шкуры от прижизненного травмирования

Анализ объемов образования этих двух позиций и образования объемов зачисток на утилизацию, проведенный в рамках выполнения исследования от 22 партий сырья, направленных в обвалку в разные смены, показал, что эти показатели связаны (рисунок 19).

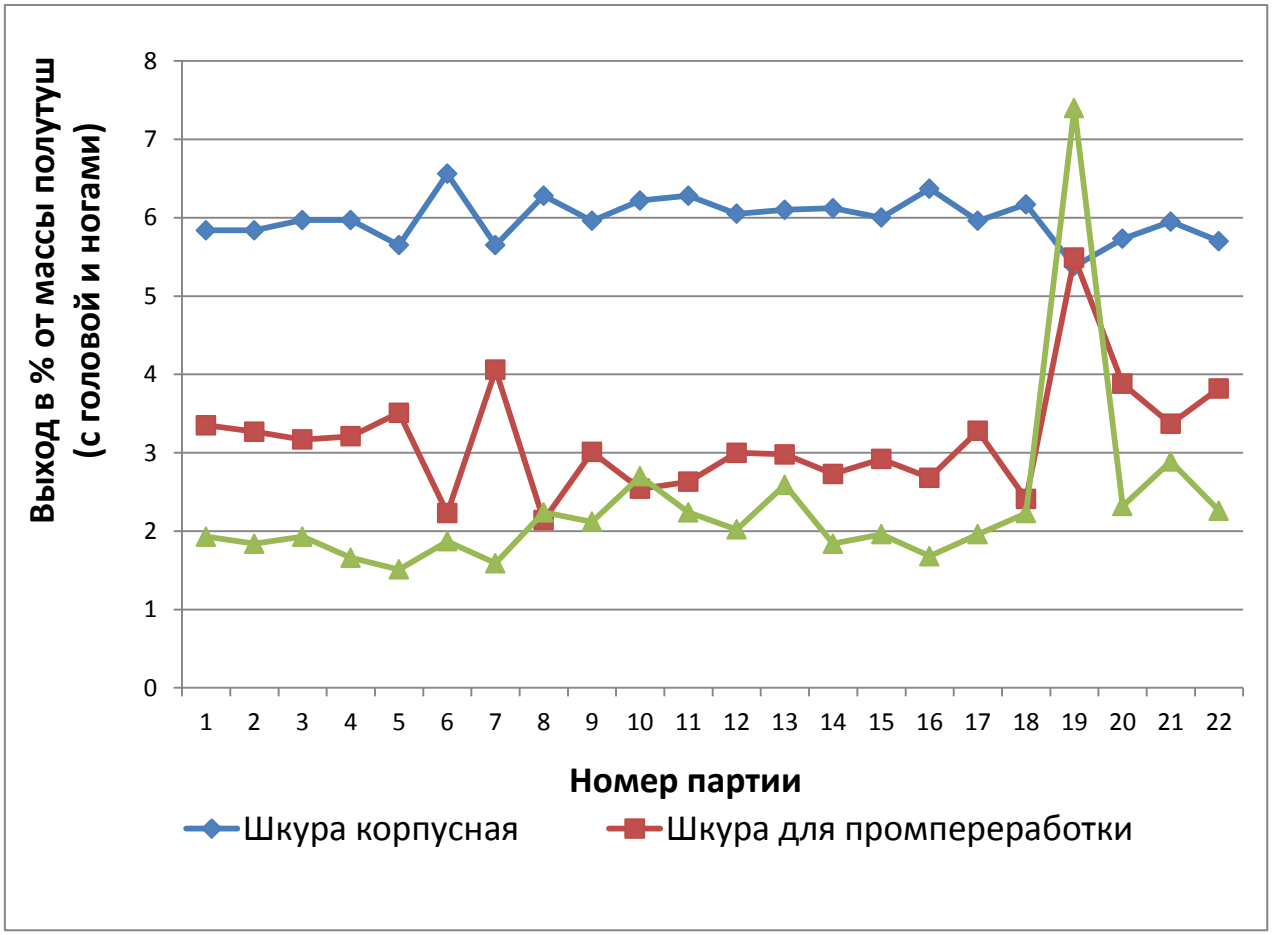


Рисунок 19 - Выход шкуры корпусной и шкуры для промышленной переработки

Чем больше выделили корпусной шкуры, тем меньше образовывалось шкуры для промышленной переработки (r = -0,9142) (табл. 8).

Таблица 8 – Коэффициенты корреляции между выходом корпусной шкуры, выходом шкуры для промышленной переработки (ПП) и образованием зачисток на утилизацию при разделке свинины в шкуре 2 класса

	Шкура корпусная	Шкура для ПП	Зачистки на утилизацию
Шкура корпусная	1,0000	-0,9142	-0,4318
Шкура для ПП	-	1,0000	0,6475
Зачистки на утилизацию	-	-	1,0000

Причем, из анализа таблицы 8 видно, что с увеличением образования шкуры для промышленной переработки одновременно увеличивались и зачистки на утилизацию с туш. Полученные данные свидетельствовали о влиянии прижизненных факторов на ценность (в том числе стоимостную) выделяемых субпродуктов и на сокращение объемов образования пищевого сырья.

Таким образом, проведенные на предприятиях Белгородской, Липецкой, Тамбовской и Пензенской областей исследования по изучению качества субпродуктов и анализу формирования основных направлений их использования, показали, что проблематика качества и безопасности субпродуктов является одним из определяющих факторов, которые снижают объемы реализации обработанных субпродуктов, их применение и переработку на пищевые цели, и увеличивают потери предприятий, связанные с техническими целями использования и утилизацией несоответствующей по качеству продукции.

Результаты исследования свидетельствовали, что организация процесса убоя и первичной переработки (а в некоторых случаях и благополучия животных) не обеспечивала максимальный сбор, обработку, реализацию и/или использование пищевых субпродуктов. Потери ряда субпродуктов составляют до 30-40%, а в отдельных случаях, как, например, с легкими, до

90% от объема их образования, и согласуются с данными статистики их производства.

Увеличение объемов производства пищевых субпродуктов неразрывно связано со снижением частоты проявления дефектов качества и требует системной работы по всей цепи от фермы до производителя.

3.3 Изучение качества свинины

Результаты исследования субпродуктов, получаемых при убое и первичной переработке гибридных интенсивно растущих свиней, заставили обратить внимание на исследование качества основного продукта убоя – свинины – по нескольким причинам.

Во-первых, значительная доля субпродуктов может быть использована на пищевые цели только в результате промышленной переработки, а, следовательно, и в продуктах, рецептуры которых предусматривают совместное применение мяса и субпродуктов.

Во-вторых, оценка качества субпродуктов показала, что в основе многих дефектов лежат прижизненные причины, которые могут отражаться и на качестве мяса.

В-третьих, подтверждение снижения качества мяса в результате тех же причин, что вызывают дефекты субпродуктов, могло бы стать веским аргументом для разработки корректирующих и предупреждающих мероприятий в промышленности.

Под качеством мяса понимают совокупность различных свойств - органолептических, физико-химических, функционально-технологических и др. [Bonneau M., Lebret B., 2010] Основными характеристиками качества мяса, представляющими интерес как для переработчика, так и для потребителя, являются водоудерживающая способность, цвет мышечной ткани, содержание и состав жира, его окислительная стабильность и др. Технологическое качество мяса, под которым понимают пригодность к переработке с целью изготовления мясной продукции с требуемыми

характеристиками — это сложное и многомерное понятие [Pugliese C., Sirtory F., 2012]. Оно формируется под влиянием множества взаимодействующих факторов. К ним относят породу, генотип, кормление, предубойную подготовку животных, убой и организацию всех этапов первичной переработки, условия охлаждения и хранения [Rosenvold K., Andersen H.J., 2003].

В мясной промышленности стабильное качество мяса является большим преимуществом, которое позволяет в дальнейшей переработке снизить влияние возможных девиаций свойств сырья на качество конечного продукта. [Margit Dall Aaslyng, Marchen Hviid, 2020]. В этой связи, представляла интерес информация об уровне и вариациях качества мяса, получаемого от гибридного интенсивно растущего поголовья свиней. В Российской Федерации не было масштабных исследований, позволяющих оценить общий уровень качества отечественной свинины. Как правило, все исследования носили локальный характер или проводились в рамках изучения влияния отдельных факторов.

Вместе с тем, известны масштабные исследования качества свинины за рубежом. Так, например, в Дании были изучено содержание мышечной ткани в свиных тушах. Исследования были проведены на предприятиях, обеспечивающих 65 % от общего объема производимой свинины в Дании. Оценке подлежала свинина, получаемая при убое гибридных животных от трехпородного скрещивания - ландрас, дюрок и крупная белая. Результаты исследования показали, что среднее содержание мышечной ткани в тушах составляло от 59,6 до 62,5% в зависимости от пола животного и кастрации (для самцов) [Margit Dall Aaslyng, Marchen Hviid, 2020].

Известны масштабные исследования качества свинины во Франции, в Бельгии и др. странах. [Minvielle B. et al, 2007, Lebret B. et al, 2001, Botreau R. et al, 2007, Clinquart A. et al, 2021].

В этой работе содержание мышечной ткани соответствовало свинине 2 класса по ГОСТ 31476-2012 – от 50 до 55 % к массе туши в парном состоянии

и контролировалось инструментально (при наличии на производстве оборудования AutoFom III TM, Дания [Regulation (EU) 1308/2013, 2013; Commission Delegated Regulation (EU) 1182/2017 of 20 April 2017] или методом препарирования.

Исследования качества свинины, получаемой от гибридных быстрорастущих свиней, аналогично исследованиям субпродуктов, проводили на промышленных предприятиях 4-х областей. Для исследования отбирали партии товарных свиней со средней живой массой 120±5 кг. На всех предприятиях были сопоставимые условия убоя и первичной переработки животных: обездвиживание углекислым газом и двухстадийное охлаждение парных туш (на первой стадии при температуре от минус 18 до минус 12 ^{o}C в течение 2-х часов и последующее доохлаждение в холодильной камере при температуре от 0 до 4 ^{o}C до достижения температуры 4 ^{o}C). Для оценки однородности охлажденной российской свинины по качеству использовали общепринятый показатель – значение pH через 24 часа (pH_{24}) после убоя, измеренное в *m. L. dorsi*. Результаты измерения pH на 6 предприятиях представлены на рисунке 20.

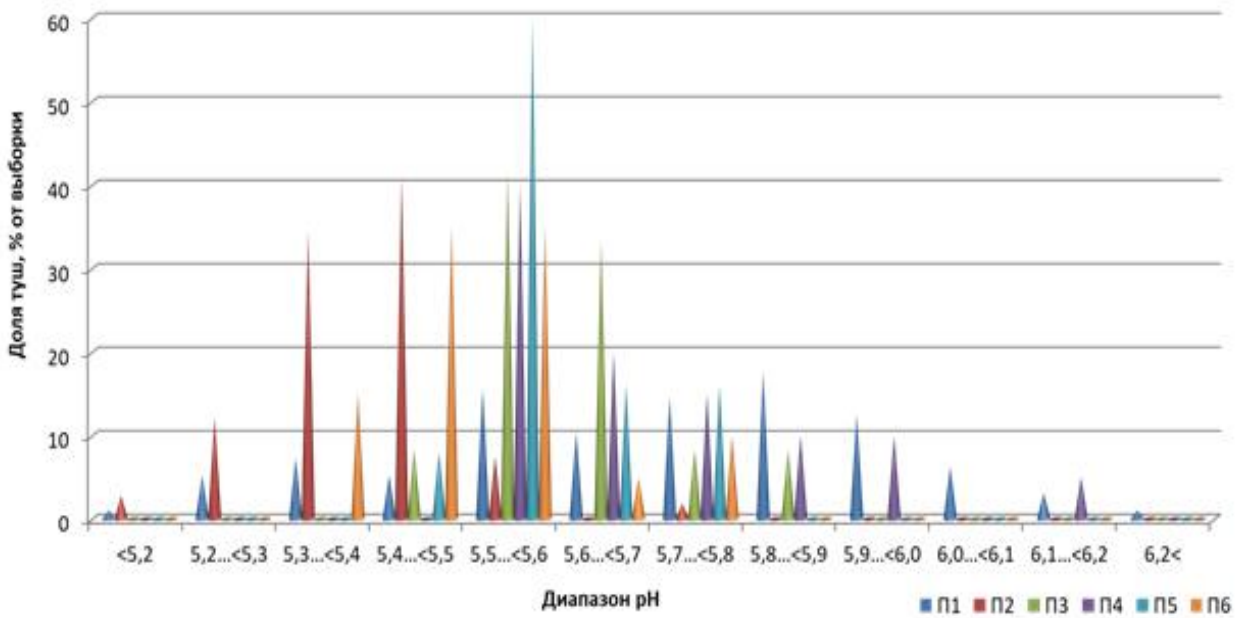


Рисунок 20 – Распределение туш по pH_{24} на 5 предприятиях (N=500, n=100)

Как следует из рисунка 20, около 40% охлажденных свиных туш характеризовались значениями pH_{24} ниже 5,6. Диапазон от 5,5 до 5,8 характеризовал большую часть туш, получаемых на предприятиях. На предприятиях П2 и П6, наблюдалось большее количество туш с pH ниже 5,5, чем на других предприятиях, что было связано с повышенной стрессированностью животных (на данный факт было обращено внимание персонала).

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. Общее количество объектов исследования (N) составило 291 туша.

Полученные результаты показали, что не зависимо 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 большей части туш находилось в пределах от 5,50 до 5,79. Ниже показано распределение исследованных туш по pH_{45} и pH_{24} (рисунки 21-24).

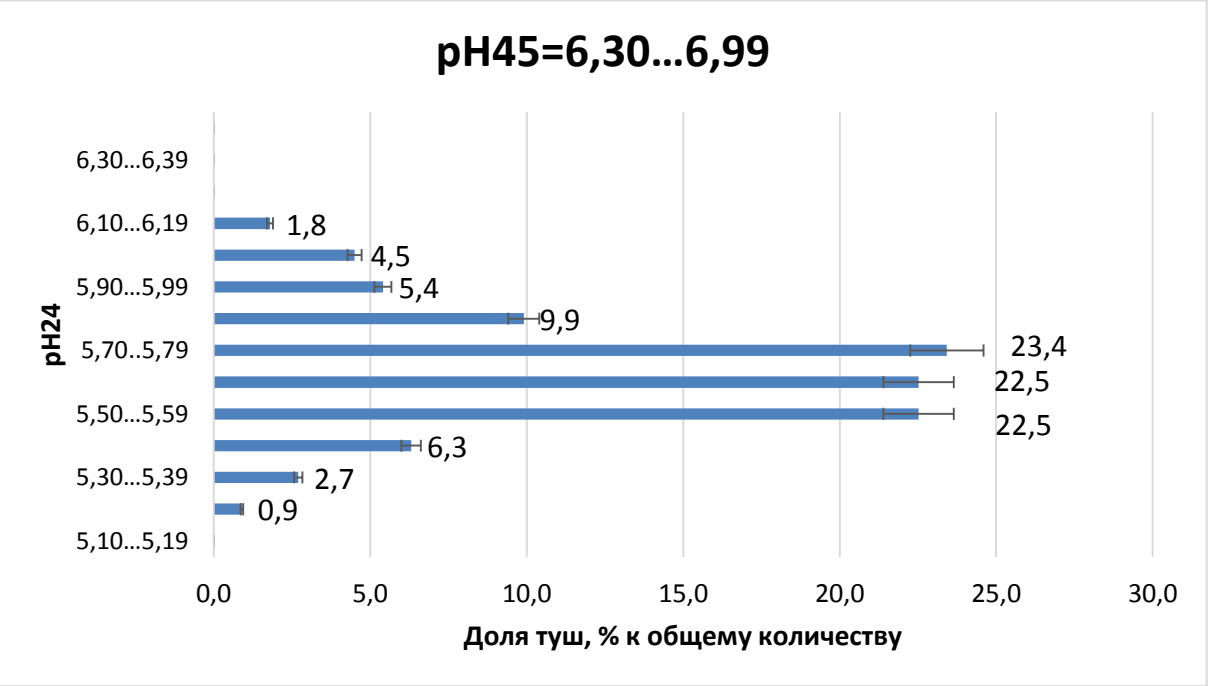


Рисунок 21 – Распределение туш с $pH_{45} \in$ 6,30-6,69 по значению pH_{24} (n_1=111)

Как видно из рисунка 21, туши с наиболее высокими значениями pH_{45} после охлаждения распределились следующим образом: 68,5% попали в диапазон от 5,50 до 5,79; 21,6 % имели значения pH от 5,80 и выше, а 9,9 % - ниже 5,50.

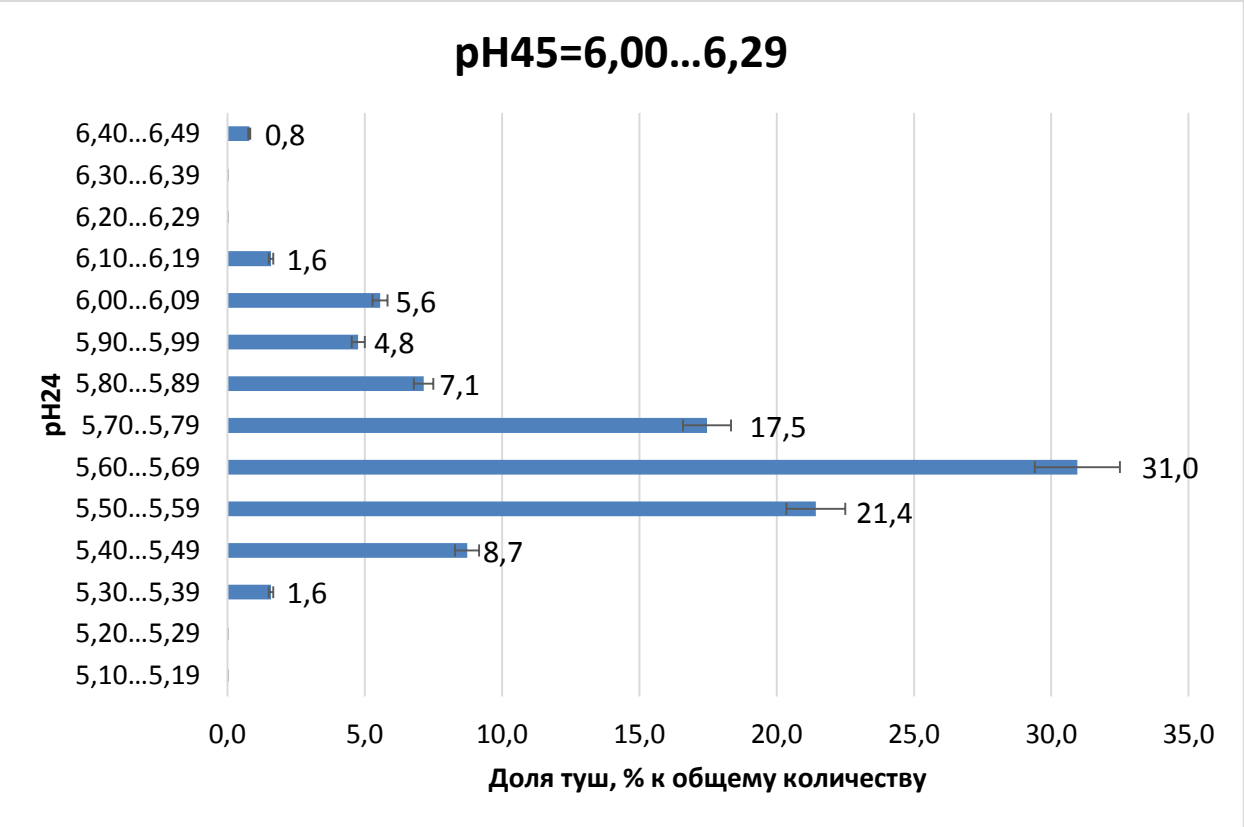


Рисунок 22 – Распределение туш с $pH_{45} \in$ 6,00-6,39 по значению pH_{24} (n_2=126)

Туши с менее высокими значениями pH_{45} – от 6,00 до 6,39 - после охлаждения распределились так: в диапазон от 5,50 до 5,79 попали 69,8 % туш, 19,8 % имели значения pH от 5,80 и выше, а 10,3 % - ниже 5,50.

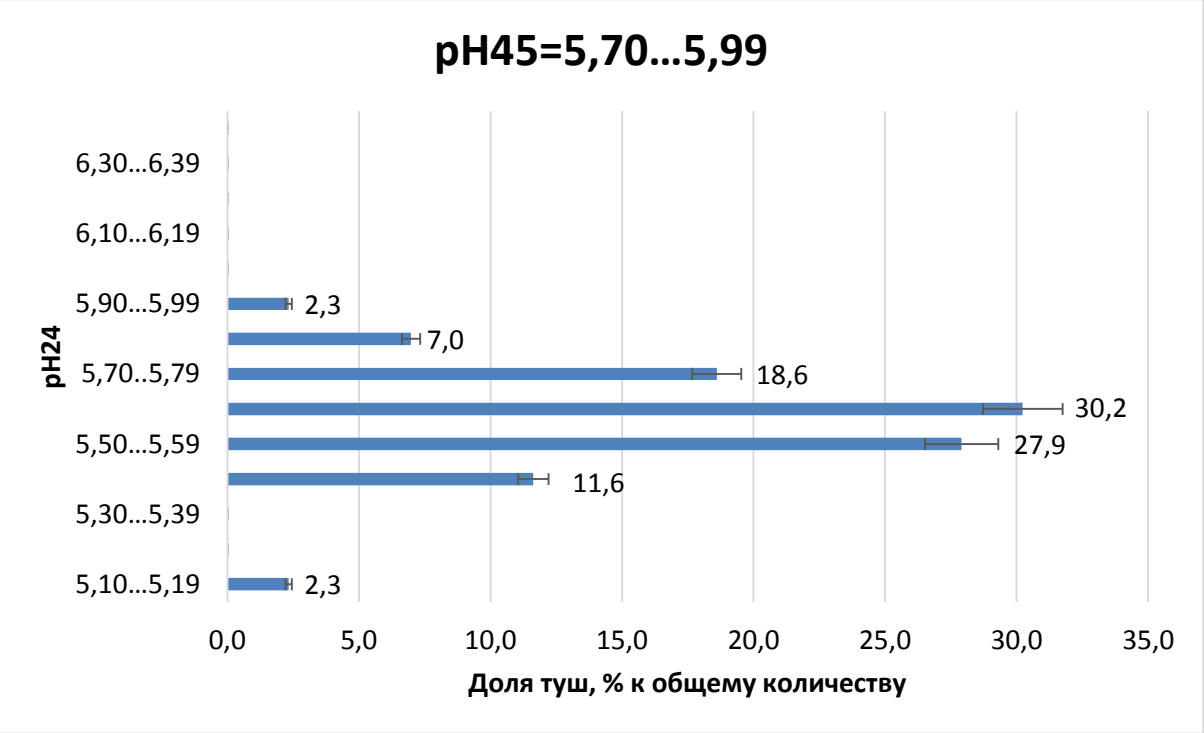


Рисунок 23 – Распределение туш с $pH_{45} \in$ 5,70-5,99 по значению pH_{24} (n_3=43)

Парных туш с pH_{45} от 5,70 до 5,99 было значительно меньше (n_3=43). После охлаждения эти туши распределились в зависимости от pH_{24} следующим образом: в диапазоне от 5,50 до 5,79 было 76,7 % туш, 9,3 % имели значения pH от 5,80 и выше, а 14,3 % - ниже 5,50.

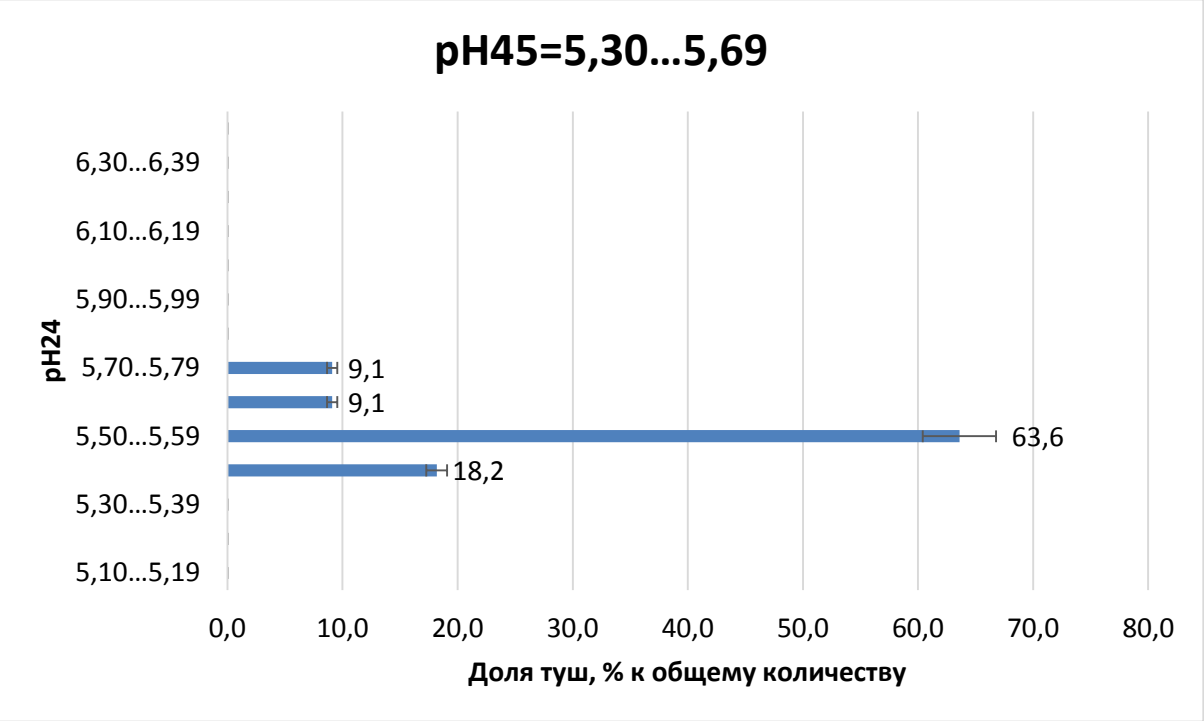


Рисунок 24 – Распределение туш с $pH_{45} \in$ 5,30-5,69 по значению pH_{24} (n_4=11)

С максимально низкими значениеями pH_{45} от 5,30 до 5,69 парных туш было очень немного (n_3=11). После охлаждения эти туши были распределены в зависимости от pH_{24} так: в диапазоне от 5,50 до 5,79 было 81,8 % туш, остальные туши (18,2 %) имели значения pH_{24} ниже 5,50.

Таким образом, из 291 туши 206 туш имели значение pH в интервале от 5,50 до 5,79 (71,3%). Хотя 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 достоточно высокая вероятность попадания в этот интервал значений pH_{24} после охлаждения.

Проведенный эксперимент показал, что общая вероятность того, что у охлажденной туши будет pH_{24} в достаточно узких пределах от 5,50 до 5,79, составила 0,708. И хотя при более высоких значениях pH_{45} такая вероятность снижалась, но ее минимальное значение было значительным - 0,685 (таблица 9).

Таблица 9 – Вероятность получения охлажденной туши с pH_{24} от 5,50 до 5,79

Вероятность при pH45 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

Таким образом, свинина от гибридных интенсивно растущих свиней была достаточно однородна по значениям pH_{24}, причем вне зависимости от уровня значений pH_{45}.

Во взаимосвязи с диапазоном pH_{24} (рассматривали только значения, соответствовавшие мясу с pH_{24} 5,50…5,79), были изучены другие технологические показатели свинины, получаемой на промышленных предприятиях - цвет, влагоудерживающая способность, потери мясного сока за 24 часа, а также потери при варке (таблица 10).

Таблица 10 – Технологические показатели свинины с pH_{24} 5,50…5,79

Наименование показателя	Среднее значение (S±m)	Мини-мальное значение (min)	Макси-мальное 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

Как видно из таблицы 10, при достаточно стабильном значении pH_{24} (диапазон его изменения составлял 5% от максимального значения) не наблюдалось стабильных значений других технологических показателей, в особенности по ВСС, потерям мясного сока и по цветовым характеристикам. Наглядное изменение последних, с соответствующими изображениями и словестными описаниями, представлено на рисунке 25.

Бледный розовато-серый до белого	Серовато-розовый	Красновато-розовый	Темно-красновато-розовый	Багрово-красный	Темно-багрово-красный
L=61	L=55	L=49	L=43	L=37	L=31

Рисунок 25 – Цветовые характеристики мышечной ткани свинины. Использована американская шкала цветовых характеристик свинины. Обозначение: L – светлота, соответсвующая изображению. Стрелками указан (справа налево) цветовой диапазон российской свинины: максимальное, среднее и минимальное значения (см. табл. 10)

Была оценена корреляционная связь между изученными показателями качества свинины (таблица 11).

Таблица 11 – 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

Результаты статистической обработки, представленные в таблице 11, показали, что для свинины с pH_{24} от 5,5 до 5,79 была характерна очень 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 ВСС (0,4325). 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}.

Следует отметить, что полученные в этой работе результаты подтверждаются литературными данными в отношении сложностей классификации свинины по качеству. В настоящее время в мире нет единого подхода по определению критериев оценки качества мясного сырья по значению pH. Некоторые исследователи предлагают использовать в качестве критерия, свидетельствующего о наличие отклонений в качестве, только значение pH_{24} менее 5,5. Другая часть исследователей придерживается мнения, что свинину с низкими технологическими свойствами нужно отсортировать в парном состоянии по pH_{45}. В тоже время нет и одинакового подхода по какому значению pH_{45} производить сортировку парных туш. В разных работах предлагается использовать для этих целей разные значения pH_{45} от 5,7 до 6,3 [Adzitey F., Nurul H., 2020, O'Neill D.J. et al, 2003, V. Van de Perre et al, 2010, Gajana C.S. et al, 2013, Gispert M. A et al, 2000].

В целом, было отмечено, «смещение» качества российской свинины в сторону более светлого мяса, достаточно высокая доля туш с pH ниже 5,6 (35,4%, 103 из 291 туши), а также значительные девиации в значениях ВСС, в потерях мясного сока и потерях при варке свидетельствовали о наличие проблем, связанных с благополучием животных. Таким образом, продолжение работ по повышению качества свинины и субпродуктов на промышленных предприятиях является актуальными и взаимоувязанными задачами.

ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА НАУЧНОЙ КОНЦЕПЦИИ ПОВЫШЕНИЯ ОБЪЕМА СУБПРОДУКТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НА ПИЩЕВЫЕ ЦЕЛИ

Одним из важнейших посылов рыночной экономики было положение о том, что рынок будет регулировать спрос и предложение, а бизнес-организации будут стремиться эффективно распоряжаться сырьевыми ресурсами, снижать себестоимость и потери, обеспечивая тем самым себе конкурентоспособность. Однако, несмотря на то, что убой животных является затратным процессом и его рентабельность зависит от объемов сбора и реализации побочных продуктов убоя [Лисицын А. Б. с соавт., 2013 Лисицын А. Б. с соавт., 2015], существенного перелома в этом вопросе с 1990-х годов не произошло, о чем свидетельствуют материалы предыдущих глав 1 и 3. В этой связи, полезным представлялась разработка научной концепции повышения объема субпродуктов, используемых на пищевые цели.

В основном, побочные продукты убоя пригодны для трех основных направлений использования – пищевое, кормовое, техническое. Наиболее рациональным и социально значимым направлением является максимальное использование побочных продуктов убоя на пищевые цели. Научная концепция должна быть направлена установление факторов, влияющих на выбор направления на пищевые цели, и критериев, определяющих направление на пищевые цели. Знание таких факторов и критериев будет позволять определять (прогнозировать) объемы переработки и управлять использованием субпродуктов с повышением экономических показателей производства, а также с учетом существующих рисков (рис. 26).

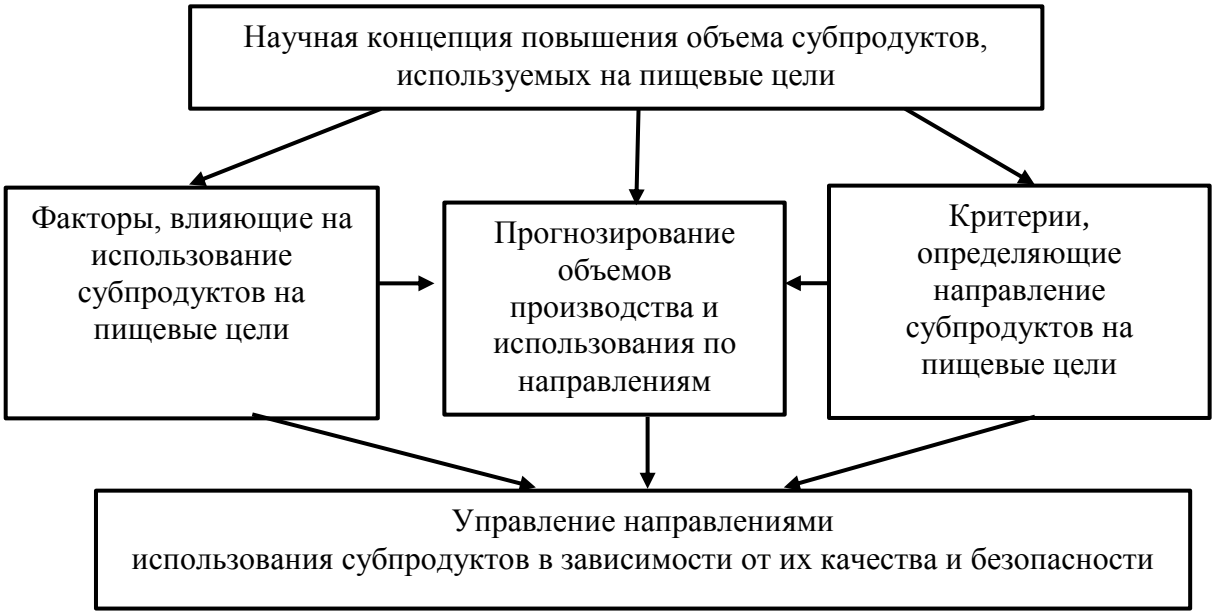


Рисунок 26 – Схематичное изображение роли научной концепции в обеспечении повышения объема субпродуктов, используемых на пищевые цели

Такая научная концепция должна исходить из необходимости повышения рентабельности предприятий по убою и первичной переработки, которая остается на низком уровне 1-3% [Лисицын А.Б. с соавт., 2013] и мясной промышленности в целом. В концепции должно учитываться, что большая часть субпродуктов относятся к малоценному сырью (рис. 27). 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. 28).

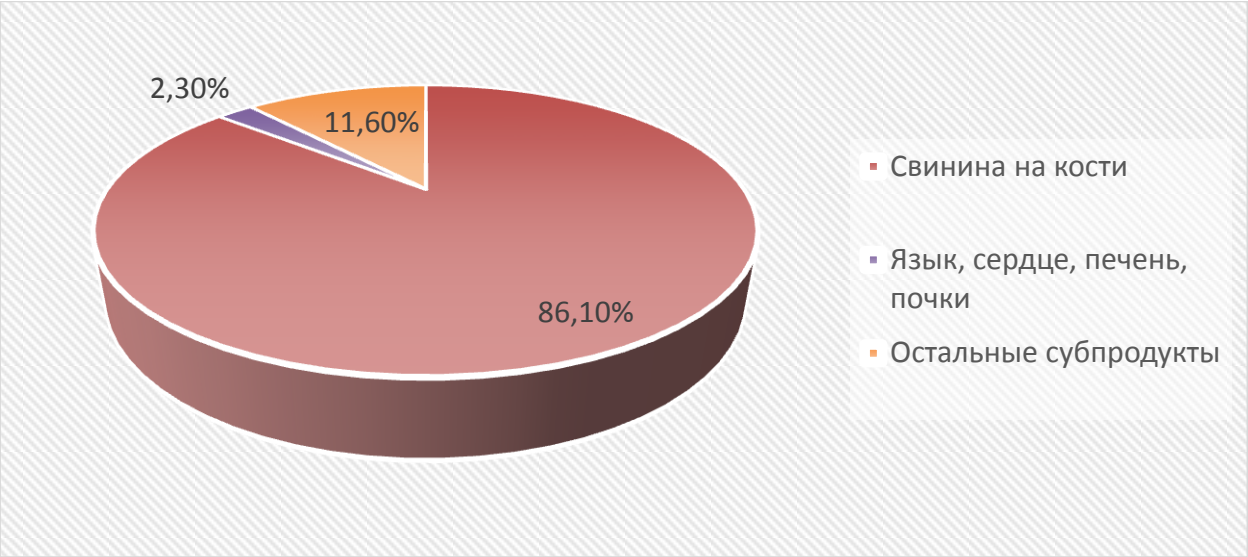


Рисунок 27 – Массовые доли дорогостоящих и дешевых субпродуктов в объеме образования пищевых продуктов убоя (без пищевой крови и жира-сырца).

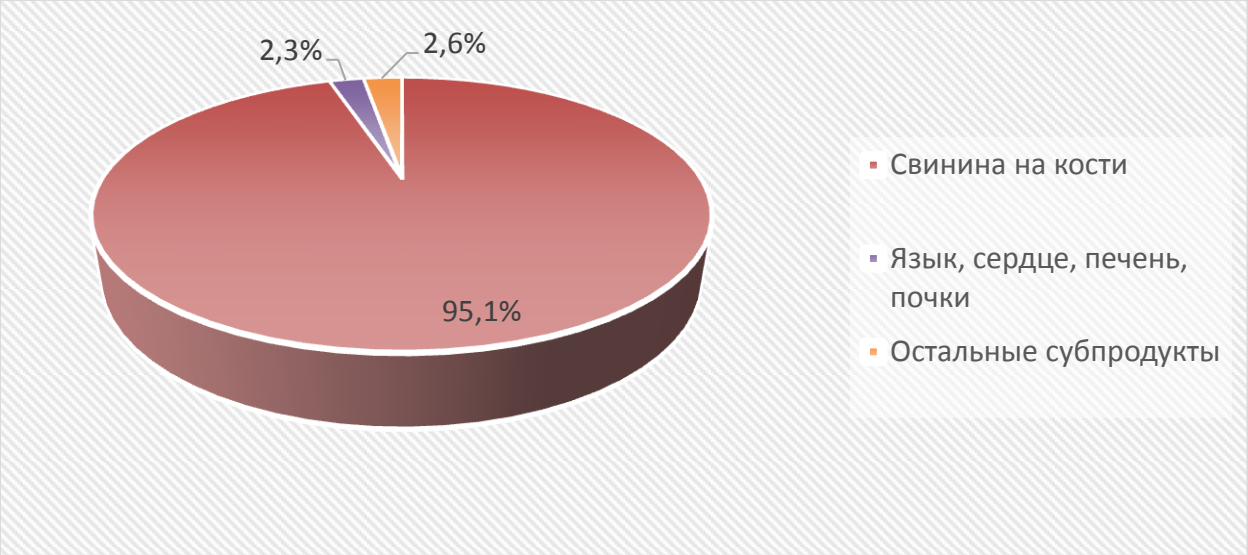


Рисунок 28 – Стоимостные доли дорогостоящих и дешевых субпродуктов в объеме образования пищевых продуктов убоя (без пищевой крови и жира-сырца)

Научная концепция должна формировать определенную стандартную форму подхода к проблемной ситуации [Воробев С.Н. с соавт., 2003], а, соответственно, учитывать различные риски.

С философской точки зрения любая концепция рассматривает как система взглядов на рассматриваемый объект и основывается на принципах (от лат. principium – «основополагающая идея»), которые формируют цели и обеспечивают рациональность и выбор наилучшего решения (рис. 29).

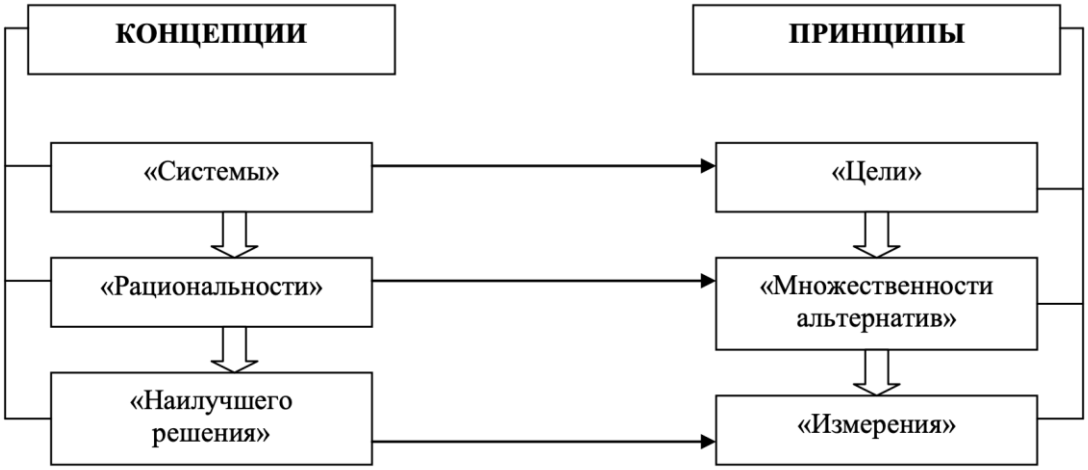


Рисунок 29 - Взаимосвязь концепций и принципов в теории управления [Воробьева Д.А., 2017].

С позиций теории управления достижение цели требует приведение в действие активных ресурсов (для мясной промышленности такими ресурсами, безусловно, являются неиспользуемые виды побочного сырья). В свою очередь, эти ресурсы должны дать определенный полезный эффект, однако следует учитывать, что такое вовлечение может вызвать и неожиданные нежелательные последствия, что требует поиска наилучшего решения среди многих альтернатив [Воробьева Д.А., 2017].

Выбор наилучшего решения для производства должен учитывать такие критерии, как эффективность, риски, затраты и потери, которые требуют оценки (измерения). Измерения позволяют установить связь между факторами и критериями и определить как на них можно воздействовать в дальнейшем для достижения поставленных целей [Воробьева Д.А., 2017].

Совершенно очевидно, что основными критериями, определяющими возможность увеличения объемов использования субпродуктов на пищевые цели являются их безопасность, качество и возможность создания

добавленной стоимости (непосредственно им, например, за счет результатов научных исследований, подтверждающих их полезность и безопасность, или за счет их переработки в продукты, более удобные и более интересные потребителю).

На основании анализа имеющихся знаний и практик организации производственных процессов при разработке научной концепции были определены следующие факторы, которые оказывают непосредственное влияние на вышеперечисленные критерии:

- содержание животного – оказывает непосредственное влияние на качество и безопасность получаемых субпродуктов. Проведенные ранее исследования по изучению качества субпродуктов, показали, что до 10% хвостов не могут быть отправлены на пищевые цели ввиду укусов. Предотвращение укусов хвостов должно основываться на правильной организации условий содержания животных. В Европе существует не менее пяти разных производственных систем выращивания животных [Temple D. et al., 2012]. Разработанные протоколы контроля качества благосостояния животных предоставляют инструмент, который делает возможной стандартизированную оценку сельхозорганизаций различного типа по всей Европе [Blokhuis H. et al, 2010]. Качество благосостояния животных предполагает четыре основных принципа благополучия животных: (i) хорошее кормление, (ii) хорошие условия, (iii) хорошее здоровье и (iv) надлежащее поведение, которые, в свою очередь, определяются одним или различными показателями [Botreau R. et al., 2007]. Улучшение благосостояния животных путем внедрения системы оценки содержания животных позволит увеличить количество субпродуктов, отправляемых на пищевые цели;

- гуманное предубойное содержание животного - оказывает непосредственное влияние на качество туш, мяса и субпродуктов [Gajana, C.S. et al., 2013, Cobanovic N. et al, 2016]. Гуманное содержание животных перед убоем требует учитывать следующие факторы: время погрузки и

разгрузки животных, несоблюдение принадлежности к загонам, перемешивание свиней из разных загонов, плотность содержания, время транспортировки, доступность воды, сезон убоя [Costa D. et al., 2016, Karabasil N. et al., 2013] а также время голодной выдержки. На данном этапе существует риск повреждения кожного покрова животных [Costa Nanni L. et al., 2002, Warriss P.D. et al., 1998]. Безопасность пищевых продуктов убоя, в том числе и субпродуктов, снижается, если голодная выдержка была выполнена с нарушением. Условия проведения голодной выдержки обеспечивают вариации уровня загрязнения туши ±70% [Schoonderwoerd M., 1997]. Чем больше содержимое желудочно-кишечного тракта при убое, тем выше риск повреждения его целостности и тем выше риск заражения туши и субпродуктов. Известно, что скорость выделения сальмонелл у животных увеличивается как со временем отказа от корма, так и с уровнем испытываемого стресса [Isaacson R.E., et al, 1999]. Наличие навоза на полу транспортного средства или загона предубойного содержания свиней является важным потенциальным источником фекальных бактерий при заражении туш и в последующем субпродуктов. Стресс, испытываемый животными на данном этапе, способствует увеличению скорости опорожнения желудка, размножению кишечной палочки и популяции сальмонелл в кишечнике и их выделению в окружающую среду [Driessen B. et al, 2020], в этой связи гуманное предубойное содержание является важным фактором, оказывающим влияние как на качество, так и на безопасность продуктов убоя;

- **гуманный убой животного** – технологические операции при убое, также имеют важное значение при формировании качества и безопасности мяса и субпродуктов. Так, например, оглушение и обескровливание оказывают непосредственное влияние на внешний вид и безопасность мяса и субпродуктов, поскольку технологические нарушения на данном этапе незамедлительно проявляются в виде экхимоз или петехии [Lebret B., Candek-Potokar M., 2021]. Наличие кровотечений, разорванных капилляров,

изменение цвета поверхности органов способствуют повышению доли непищевого сырья. Также, как уже отмечалось ранее, оглушение и последующая горизонтальная шпарка оказывают серьезное влияние на технологическое качество и внешний вид легких, нарушение организации этих процессов приводит к тому, что до 90% легких, от современного свиноводства направляются на утилизацию;

- санитарный статус животного – оказывает прямое влияние на безопасность мяса и субпродуктов. Известно, что традиционная инспекция мяса и субпродуктов не может обнаружить наличие ряда бактерий, это связано с тем, что инфекции обычно протекают субклинически, т.е. носители Salmonella, *Yersinia* и *Campylobacter* spp. не выявляются при вскрытии. В связи с этим, технологический процесс убоя несет в себе множество шансов заражения, например, после разреза лимфатических узлов возможно перекрестное заражение туши и, в дальнейшем, субпродуктов, причем даже путем контаминации от соседних туш [Pointon et al., 2000]. В любом случае распространенность и степень контаминации Salmonella spp. на свиных тушах сильно варьирует и зависит от эффективности стратегий контроля на ферме и, как следствие, распространенности среди свиней перед убоем. В качестве основного пути, который может кардинально улучшить безопасность мяса и субпродуктов, рассматривается серологическое, микробиологическое, паразитологическое профилирование стада. Серологический мониторинг *Salmonella* spp., *Yersinia* spp. и *T. Gondii* оказался полезными при классификации рисков на свинофермах [Buncic S. et al, 2019]. Исходя из возможных микробиологических рисков регламент ЕС (ЕС) № 853/2004 предусматривает, как было отмечено в главе 1, что отчет о жизни животного должен быть представлен оператору бойни и государственному ветеринарному врачу не менее, чем за 24 часа до прибытия животных на предприятие по убою, и должен содержать данные о состоянии здоровья в отношении хозяйства или рассматриваемых животных (например, сальмонеллез, трихинеллез, рожистое воспаление, сибирская язва и т. д.).

Внедрение такой практики обеспечивает, то, что приемка на убой свиней с высоким риском проводится в определённое время или с повышенным вниманием во время операций на бойне (повышенная гигиена процесса или дополнительные меры по снижению риска, инактивация опасностей), для достижения целевого уровня безопасности продуктов убоя [Buncic S. et al, 2019].

- санитарное состояние предприятия по убою и первичной переработке – должно оказывать непосредственное влияние на безопасность мяса и субпродуктов. Исследования по выявлению и идентификации микроорганизмов в мясе и субпродуктах, а также на абиотических объектах производственной среды позволят оценить уровень гигиены на предприятии и возможные микробиологические риски, связанные со сбором и переработкой субпродуктов на пищевые цели. Внедрение эффективных операций по санитарной обработке, поддержание оптимальных температурных режимов, способствуют минимизации рисков микробиологического загрязнения мяса и субпродуктов;

- дифференциация субпродуктов по качеству – будет способствовать повышению доли субпродуктов, отправляемых на пищевые цели. Внедрение такой системы позволит не только дифференцировать субпродукты по качеству и определять направление их дальнейшего использования, но и позволит оценить и систематизировать отклонения качества для каждого вида субпродукта с целью разработки корректирующих мероприятий;

- новые технологии – внедрение новых технологий позволит повысить объемы использования субпродуктов на пищевые цели. Разработка технологий по производству переработанной продукции с использованием субпродуктов, отвечающих ожиданиям потребителей, является важным фактором;

- новые научные знания, в том числе о ранее неиспользованных субпродуктах – повышение доли пищевого сырья, получаемого от

современного свиноводства, возможно и при проведении комплексных исследований показателей качества и безопасности сырья, ранее не относящегося к субпродуктам (например, свиные семенники). Кроме этого, вовлечение в переработку ранее не используемых субпродуктов позволит расширить ассортимент и вкусовое разнообразие мясной продукции;

- **ассортимент выпускаемой продукции** (выпуск продукции, готовой к употреблению) – реализация субпродуктов в натуральном виде, как показали проведенные ранее исследования по изучению их качества и безопасности, несет большое количество рисков [Erickson A. K. et al, 2019]. В связи с этим, разработка технологий, предусматривающих максимально полную промышленную переработку всех продуктов убоя окажет положительное влияние на все три критерия, определяющих объем субпродуктов, используемых на пищевые цели.

Таким образом, научная концепция повышения объема субпродуктов, используемых на пищевые цели, опирается на следующие критерии: качество, безопасность и добавленную стоимость, определяющую в большей степени экономическую эффективность изготовителя. Оценка влияния выбранных факторов на эти критерии приведена в таблице 12.

Таблица 12 - Оценка влияния выбранных факторов на критерии, определяющие объем пищевых субпродуктов

Выбранные факторы	Оценка влияния фактора на **критерии**, определяющие объем субпродуктов, направляемых на пищевые цели, в том числе на:		
	безопасность	качество	добавленную стоимость
Содержание животного	Да	Да	Нет
Гуманный 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

Дальнейшие исследования, выполненные в рамках данной работы, были сосредоточены в 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 и нового ассортимента продукции. Выбранные направления исследований согласуются с разработанной концепцией и, согласно таблице 12, будут положительно влиять 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

5.1 Развитие сенсорной оценки субпродуктов

Согласно ГОСТ 32244-2013 «Субпродукты мясные обработанные. Технические условия» при реализации субпродукты должны соответствовать показателям качества, которые сводятся к органолептическим характеристикам – внешний вид, цвет и запах. Внешний вид и цвет определяются анатомо-морфологическими особенностями органов и тканей, из которых получают субпродукты. А требования к запаху описаны очень скупо: «свойственный доброкачественным субпродуктам, характерный для конкретного наименования, без постороннего».

В то же время развитие понимания особенностей восприятия и оценки запаха может иметь решающее значение в популяризации более широкого использования субпродуктов, как при производстве мясной продукции, так и при их реализации в натуральном виде.

Известно, что часто потребители избегают покупки субпродуктов и продукции из субпродуктов из-за наличия у них специфического «субпродуктового» запаха [Alao B. et al, 2018]. Отмечено, на восприятие потребителями различных продуктов могут влиять сложившиеся ранее установки и убеждения, причем убеждения играют ключевую роль в принятие или непринятии продукта [Grunert K.G. et al, 2004]. Потребители обычно формируют свое мнение об ожидаемом качестве продукта в момент покупки [Acebrón L.B.; Domingo C.D., 2000], опираясь на информацию, полученную ими ранее [Steenkamp J.B.E.M. et al, 1996]. «Сигналы качества» являются хорошей предпосылкой, необходимой потребителям для оценки выставленных продуктов и принятия окончательного решения в момент покупки [Hoffmann R., 2000].

Известно также, что субпродукты имеют нежелательный имидж (отсутствие «бренда»), что, в свою очередь, оказывает влияние на эмоции и поведение потребителей [Font-i-Furnols M.; Luis G., 2014]. Это требует получения и использования новых знаний о субпродуктах, которые позволят изменить отношение покупателей к данной группе продукции и к ее потребительской ценности.

Органолептическая оценка имеет огромное значение при изучении восприятия продукции. Субпродукты обладают «специфическим» запахом, который может иметь разные уровни приемлемости, а, например, в хранении развиваться вплоть до абсолютно неприемлемого. В связи с этим, изучение аромата субпродуктов и его развития при их хранении представляло научный и практический интерес. В качестве объектов исследования были выбраны две группы субпродуктов:

- наиболее часто реализуемые в непереработанном виде: печень, сердце и язык;

- как правило, реализуемые в переработанном виде: почки и калтык.

Далее, по методологии [Лазарев А.А., 2014], была создана дегустационная комиссия с целью разработки дескрипторов аромата субпродуктов. Субпродукты подвергали тепловой обработке посредством варки в воде до 72 °С в центре. В результате дегустаций и работы по идентификации дескрипторов сенсорных свойств исследуемых субпродуктов был получен перечень, состоящий, примерно, из 27-30 описательных терминов для каждого субпродукта. После этого был сформирован оперативный список путем удаления ряда дескрипторов, которые характеризовали гедоническое и количественное восприятие субпродуктов. На следующем этапе проводили сокращение количества дескрипторов с использованием количественной оценки с применением среднего геометрического (М). Среднее геометрическое определяли по формуле (1):

$$M = \sqrt{F \cdot I}\ , \qquad (1)$$

где F - частота (отношение количества упоминаний дескриптора к общему числу возможных упоминаний), %;

I – относительная интенсивность (отношение суммы интенсивностей, присвоенных дескриптору всей группой, к сумме максимально возможной интенсивности), %.

Примененный подход позволил исключить дескрипторы, значение среднего геометрического для которых составляло менее 15%. В таблице 13 приведен пример классификации дескрипторов вкуса и аромата печени на основе выбранного подхода.

Таблица 13 – Классификация дескрипторов вкуса и аромата свиной печени на основе среднего геометрического

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

Разработанный словарь дескрипторов предполагалось применять для различных целей проведения контроля качества субпродуктов, в том числе в процессе производства, реализации и/или в хранении.

Следующим этапом работы было проведение исследований по хранению субпродуктов при температуре 0-2 °С в течение 5 суток с целью определения изменения 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, было установлено, какие дескрипторы теряют свою интенсивность, что позволило разработать профили субпродуктов свежих и сомнительной свежести для проведения контроля их качества (рис. 30-34).

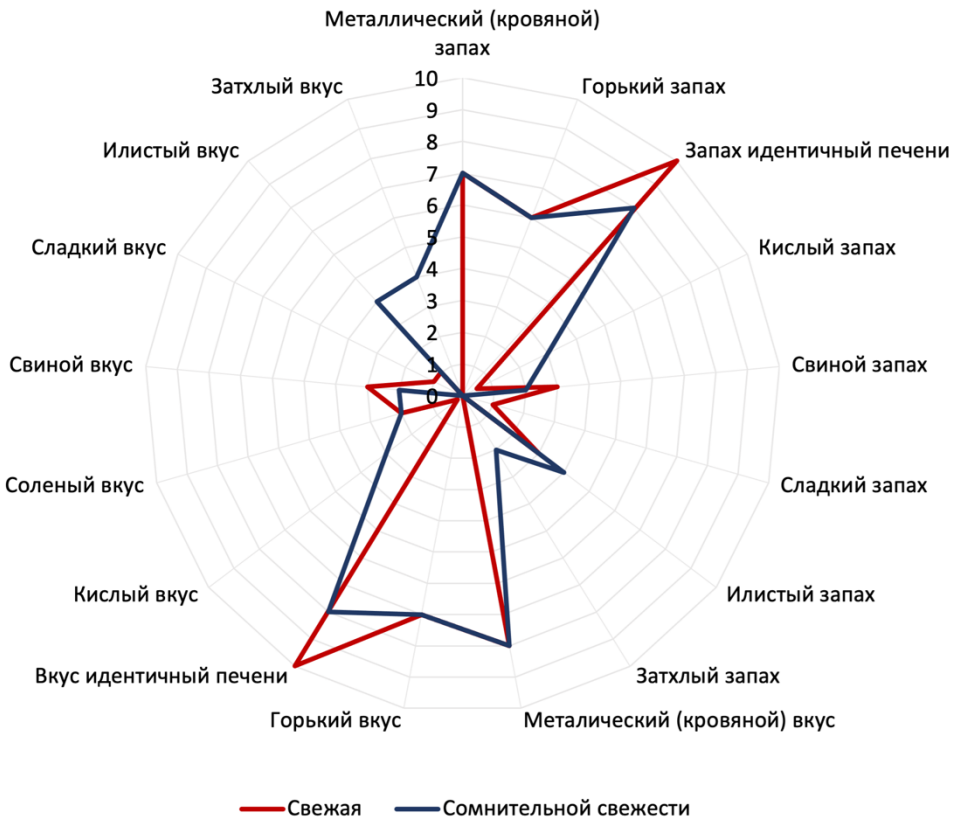


Рисунок 30 - Сенсорные профили свиной печени

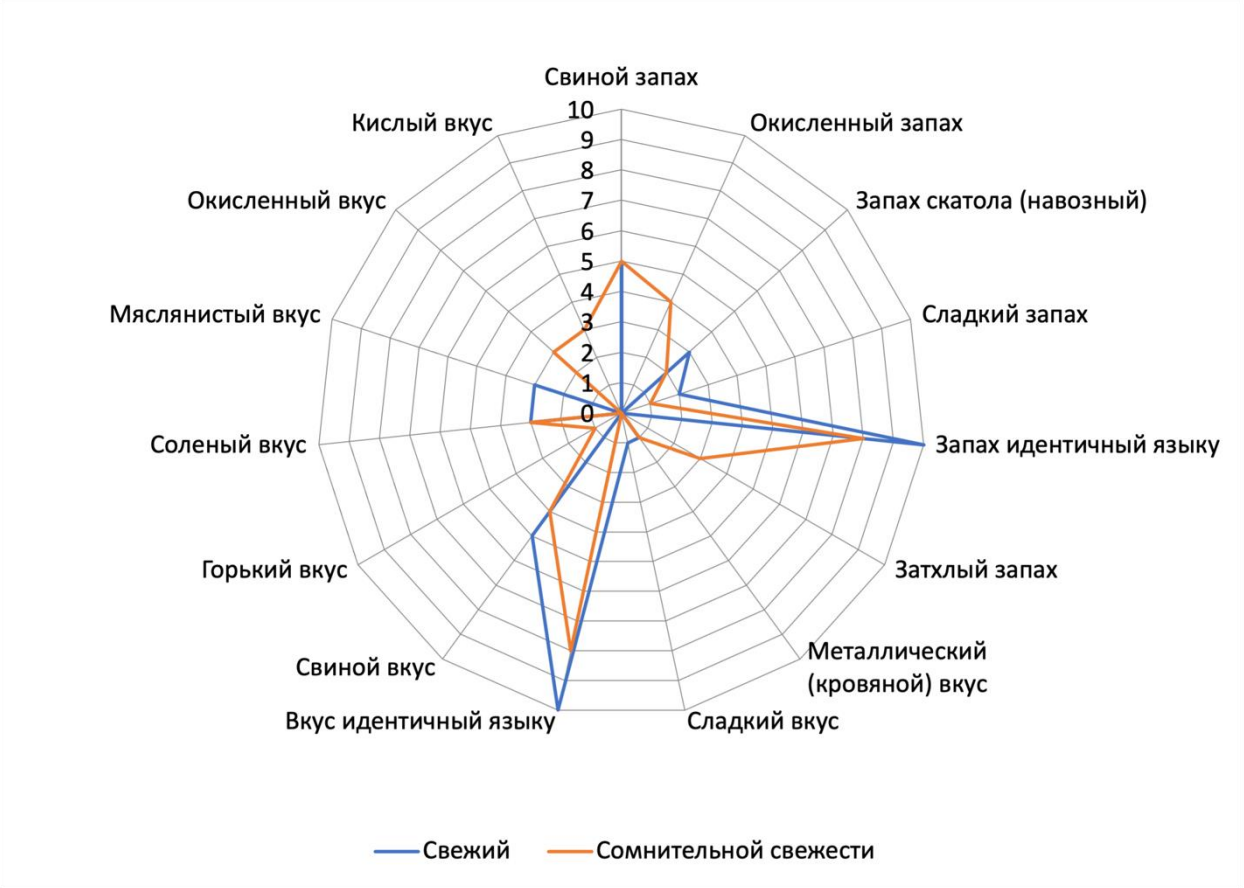


Рисунок 31 - Сенсорные профили свиного языка

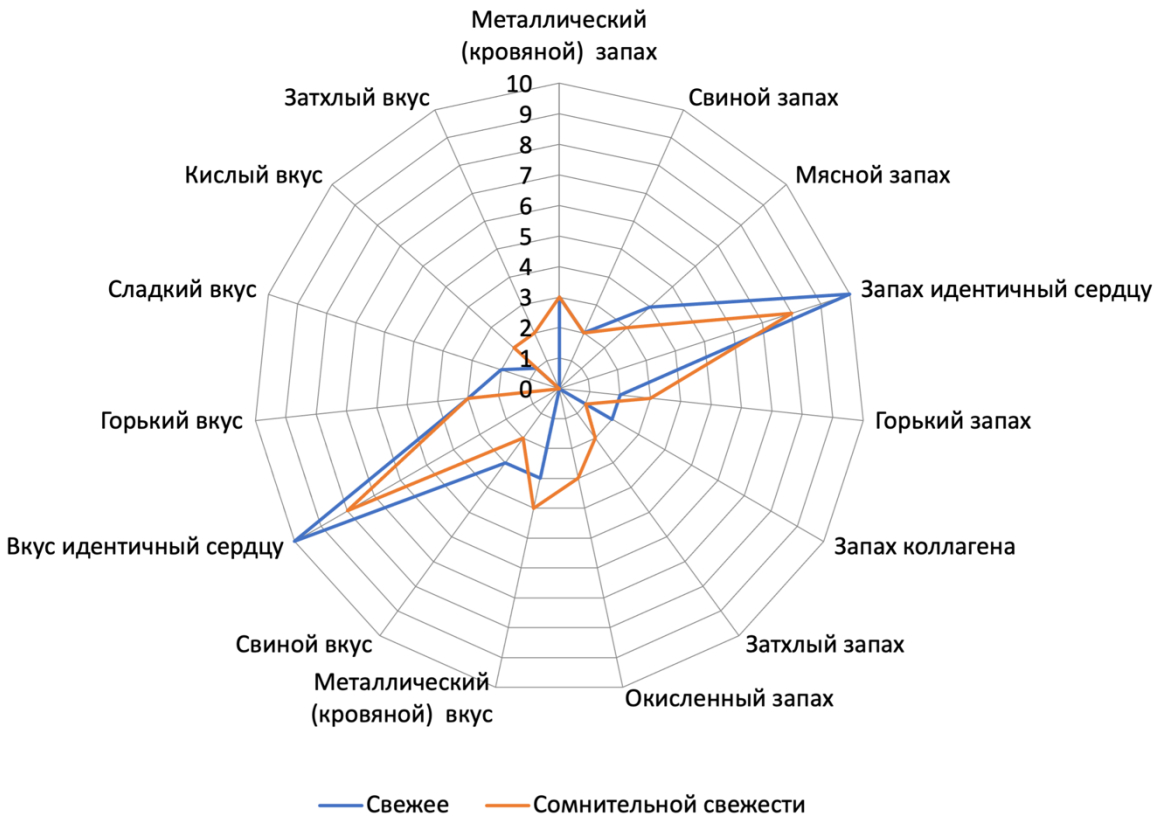


Рисунок 32 - Сенсорные профили свиного сердца

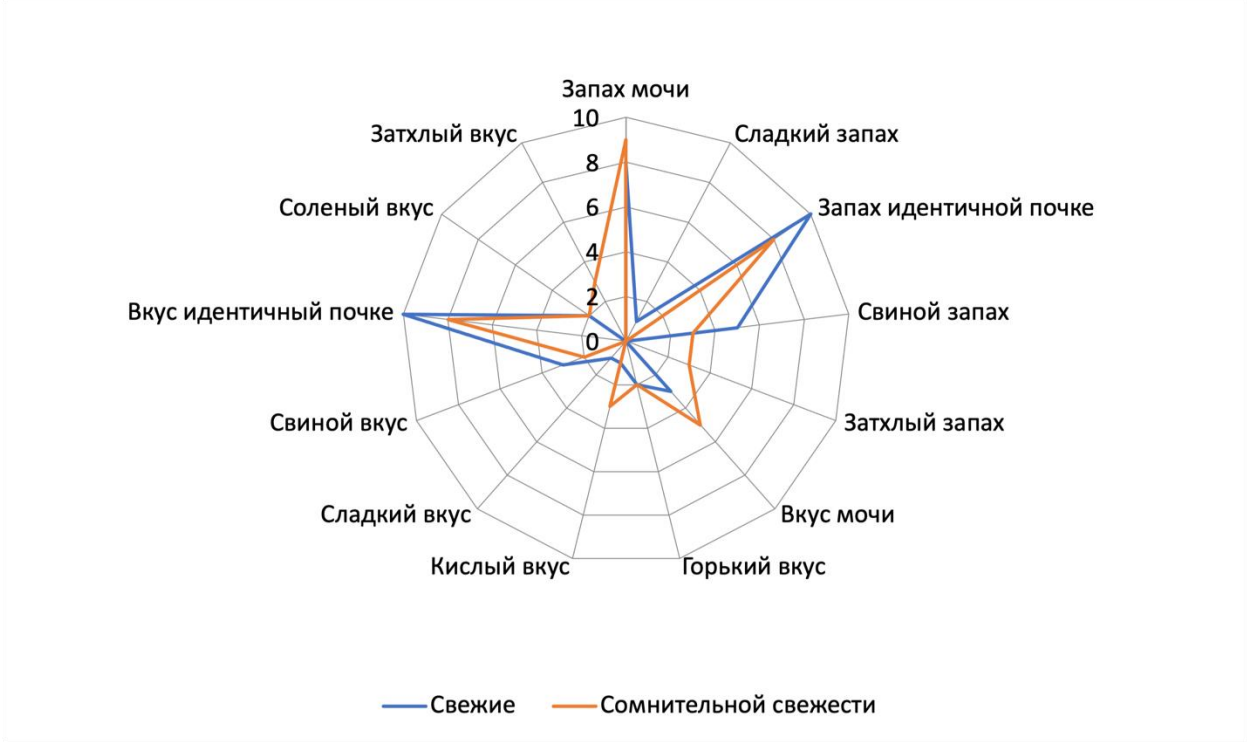
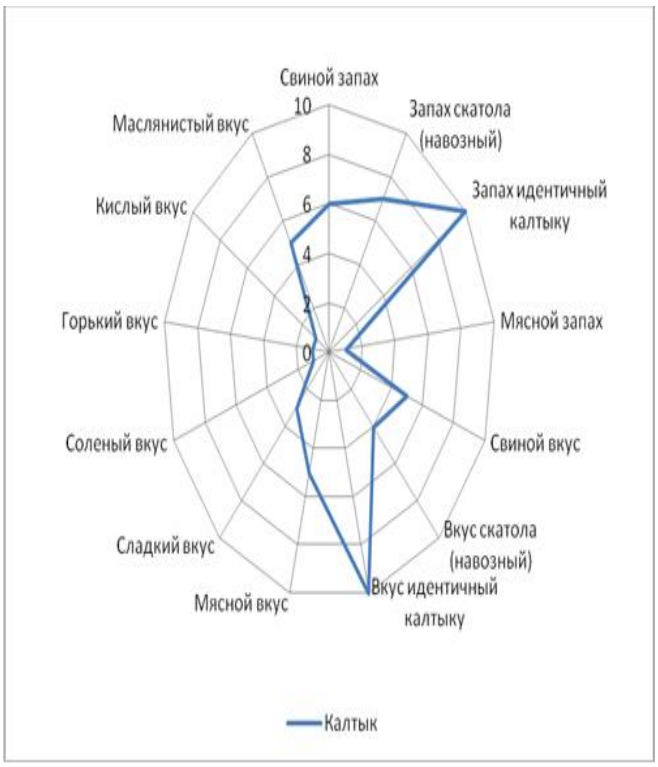


Рисунок 33 - Сенсорные профили свиных почек



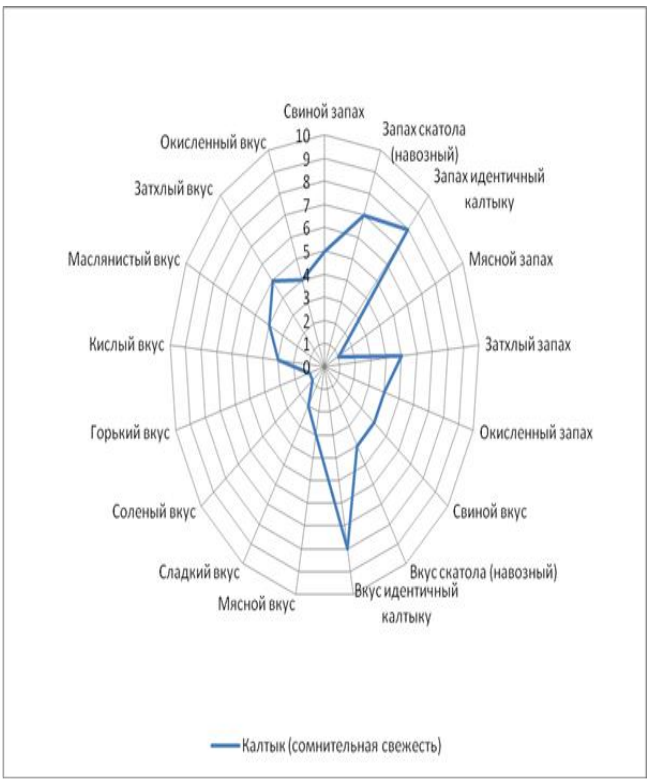


Рисунок 34 - Сенсорные профили свиного калтыка

Оценка изменения сенсорных профилей свежих и сомнительной свежести субпродуктов показала, что у всех видов происходило:

- снижение интенсивности идентичного запаха, характерного для каждого вида субпродуктов, на 20%;

- увеличение интенсивности дескрипторов, описывающих негативные характеристики продукта.

Несмотря на эффективность и быстроту проведения органолептической оценки субпродуктов предложенный способ имеет ограничение по исследованию изменения дескрипторов, в особенности вкуса, в случае отсутствия объективных данных о безопасности продукта. По той же причине данный метод не позволяет производить оценку и дифференциацию несвежих субпродуктов. Для этого необходимо использование аналитического оборудования.

В связи с этим, была изучена возможность применения прибора «электронный нос» с целью инструментального определения свежести

субпродуктов. Исследования проводили по [МР 04-00419779-08-2012]. Для качественного и количественного измерения летучих компонентов аналитического газа полученные сигналы каждого из сенсоров MOS_1-MOS_4 прибора «электронный нос» обрабатывали методом главных компонент с помощью компьютерной программы «Argus». Метод главных компонент основан на создании факторов – главных компонент, каждый из которых представляет линейную комбинацию исходных признаков. Первая главная компонента PC1 определяла такое направление в пространстве исходных признаков, по которому совокупность объектов (точек) имела наибольший разброс (дисперсию). Вторая главная компонента PC2 строилась с таким расчетом, чтобы ее направление было ортогонально направлению PC1, и она объясняла как можно большую часть остаточной дисперсии. Так как выделение главных компонент происходило в убывающем порядке с точки зрения доли объясняемой ими дисперсии, то признаки, входившие в первую главную компоненту с большими коэффициентами оказывали максимальное влияние на дифференциацию изучаемых объектов. Далее исследуемые субпродукты автоматически относили к определённому кластеру «свежести» построенного, исходя из полученных результатов исследования субпродуктов различной степени свежести, калибровочного графика. Распределение субпродуктов по свежести происходило в результате анализа корреляционной связи между двумя главными компонентами исследуемых образцов. На рисунке 35 приведен результат оценки свежести субпродуктов.

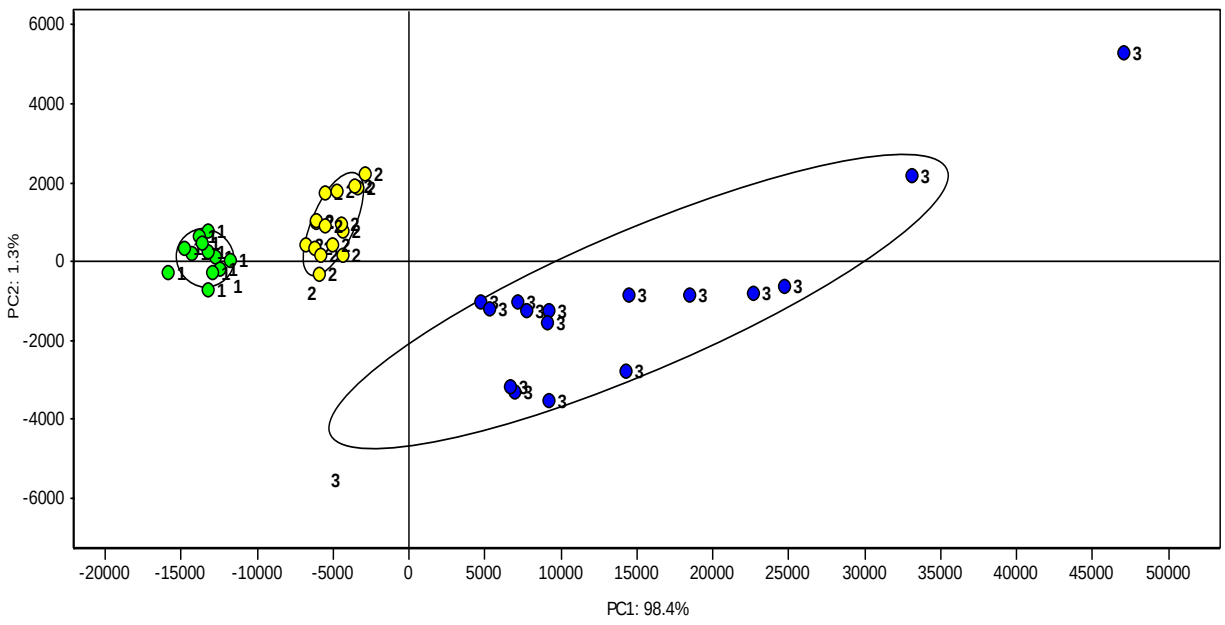


Рисунок 35 - График пространственного расположения точек при обработке методом главных компонент показаний сенсоров MOS_1-MOS_4 прибора «электронный нос» при исследовании образцов субпродуктов: печени, языка, почек, сердца и калтыка (1 – «свежие», 2- «сомнительной свежести», 3- «несвежие»).

Использование рассмотренных подходов позволило проводить инструментальную оценку свежести субпродуктов, а также визуализировать спектр различных ароматов, в соответствии с разработанными дескрипторами.

Запах субпродуктов, зачастую, это совокупность различных ароматов, идентифицировать которые в полной мере очень сложно даже высококвалифицированному дегустатору. Исследование запаха с целью определения ключевых веществ, создающих аромат каждого вида субпродуктов, представляет собой научную проблему, имеющую перспективы применения в различных целях. Для выполнения данных исследований использовали электронный анализатор запахов Heracles, который представляет собой сочетание высокоселективного, быстрого и чувствительного газового хроматографа, специально разработанного для

анализа летучих соединений, и мощного программного обеспечения для обработки данных. Опытные образцы субпродуктов исследовали непосредственно после получения – свежими, и после развития процессов порчи – несвежими. При проведении исследований идентифицировали вещества, которые формировали индивидуальный аромат каждого субпродукта, а также, с использованием программного обеспечения прибора, определяли направление запаха этих веществ. Для проведения исследований были выбраны следующие виды свиных субпродуктов: печень, сердце, язык, уши.

К настоящему времени идентифицировано уже около 1000 летучих соединений, присутствующих в различных видах мяса: говядине, курице, свинине и баранине. Эти летучие вещества являются представителями большинства классов органических соединений, таких как углеводороды, спирты, альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты, сложные эфиры, лактоны, простые эфиры, фураны, пиридины, пиразины, пирролы, оксазолы и оксазолины, тиазолы и тиазолины, тиофены и другие соединения, в том числе серо- и галогенсодержащие вещества [Shahidi, Fereidoon, 1994].

Считается, что преобладающий вклад в аромат вносят серо- и карбонилсодержащие летучие вещества. Большинство сернистых летучих веществ в мясе проявляют приятный мясной аромат в концентрациях, присутствующих в мясе, поскольку при их высоких концентрациях запах становится неприятным. При оценке вкусовых соединений в мясе необходимо учитывать не только качественные, но и количественные аспекты летучих веществ. Кроме того, необходимо учитывать возможный синергизм между различными составляющими аромата [Shahidi, 1989].

Обнаружены отдельные летучие соединения, которые определяют аромат приготовленного мяса. Диметилсульфид, 2-бутанон, этилацетат, 2- и 3-метилбутаналь, 2-гептанон, диметилтрисульфид и нонаналь были выявлены в качестве основных вкусоароматических соединений приготовленной говядины породы ангус. Метиональ, 2,4-нонадиеналь и

безотиазол были охарактеризованы как мясистые, маслянистые ноты в приготовленной говядине пород бельгийской голубой и абердин-ангусской [Machiels D., et al, 2003]. Кроме того, за последние годы было задокументировано большое количество исследований, посвященных ключевым вкусоароматическим компонентам вареной свинины, курицы, баранины, ветчины и т. д. [Wettasinghe M., et al, 2001]. Однако, необходимо отметить, что из огромного количества идентифицированных летучих соединений не все важны с точки зрения восприятия аромата. В зависимости от свойственного им порога восприятия человеческим носом, они могут играть разную роль в создании вкусоароматических характеристик продукта [Akyar I., 2012].

При проведении исследований были идентифицированы летучие вещества, присутствовавшие в свежих и несвежих субпродуктах, в соответствии с доступными данными были проанализированы ароматы, с которыми они ассоциируются, и сопоставлены с результатами органолептической оценки. Далее был составлен перечень наиболее летучих веществ, определяющих сенсорную характеристику свежих и несвежих субпродуктов (таблицы 14-17).

Таблица 14 - Перечень соединений, характерных для свежего и несвежего сердца

Свежее сердце			**Несвежее сердце**		
Химическая формула	Наименование соединения	Сенсорная характеристика запаха, выбранная в соответствии с органолептической оценкой	Химическая формула	Наименование соединения	Сенсорная характеристика запаха, выбранная в соответствии с органолептической оценкой
1	2	3	4	5	6
C2H4O	Acetaldehyde	Свежий, острый	C2H4O	Acetaldehyde	Альдегидный, острый
C2H6S	Dimethyl sulfide	Сладкий, сернистый	C2H6S	Dimethyl sulfide	Сернистый, сладкий
			C2H6S3	Dimethyl trisulfide	Мясной
C3H8O	2-propanol	Свежий, острый, затхлый	C3H8O	2-propanol	Свежий, острый, затхлый
C3H6O2	Propanoic acid	Острый (слегка), свежий	C3H6O2	Propanoic acid	Кислотный, острый
C4H6O2	Butane-2,3-dione	Жирный	C4H6O2	Butane-2,3-dione	Острый
C4H8O	Butane-2-one	Острый, сладкий			
C4H8O	Butanal	Острый			
C4H10O	2-methylpropanol	Спиртовой	C4H10O	2-methylpropanol	Острый
C5H8O2	2,3-pentanedione	Сладкий			
C5H10O	3-methylbutanal	Жирный	C5H10O	3-methylbutanal	Альдегидный, жирный
			C5H10O	Pentane-2-one	Ацетон
			C5H10O	Pentanal	Острый
			C5H10O2	Isopropyl acetate	Эфирный
C6H12O	Hexanal	Острый	C6H12O	Hexanal	Острый, крепкий
C6H12O2	Butyl acetate	Сладкий	C6H12O2	Butyl acetate	Крепкий
			C6H12O2	Ethyl isobutyrate	Эфирный (сладкий)
			C6H12O2	Methyl 2-methilbutanoate	Ацетон
			C7H12O	(z)-4-heptenal	Жирный
			C7H14O	2-heptanone	Затхлый
			C7H14O	Heptanal	Альдегидный, острый, прогоркший
C8H7N	Indole	Животное, фекальное	C8H7N	Indole	Животное
			C8H14O	(z)-2-octenal	Альдегидный

Окончание таблицы 14

1	2	3	4	5	6
			C8H14O2	z-3-hexen-1-ol, acetate	Прогорклый
			C8H16O	Octanal	Прогорклый
			C9H18O	n-nonanal	Острый
			C11H22O	Undecan-2-one	Затхлый

Анализ соединений, отвечающих за аромат субпродуктов и определенных при их исследовании в свежем и несвежем состоянии, показал, что при протекании процессов порчи, происходило накопление летучих низкомолекулярных соединений.

Как видно из табл. 14, основными ароматообразующими летучими веществами, выявленными как в свежем, так и несвежем свином сердце, были следующие низкомолекулярные соединения: acetaldehyde, dimethyl sulfide; 2-propanol; propanoic acid; butane-2,3-dione; 2-methylpropanol; 3-methylbutanal; hexanal; butyl acetate и indole.

Сенсорная характеристика запаха, характерного для каждого вещества, которая выбиралась дегустаторами, менялась при анализе аромата свежего и несвежего продукта, что, очевидно, было связано с изменением концентрации летучих веществ и с общим восприятием запаха продукта. Например, для acetaldehyde (уксусный альдегид) при описании запаха свежего сердца были выбраны в качестве сенсорной характеристики слова «свежий, острый». В то же время для этого же вещества при описании несвежего продукта – «альдегидный, острый». Это согласуется с литературными данными. Уксусный альдегид присутствует в аромате многих свежих продуктов - фруктах, овощах, молочных продуктах, фруктовых напитках, мясе, рыбе и др. [Hyun J. et al, 2021, Hu X. et al, 2015]. В низких концентрациях он воспринимается, как приятный свежий аромат. При его накоплении запах приобретает раздражающие, альдегидные ноты [Miyake T., Shibamoto T., 1993]. Уксусный альдегид может накапливаться в пищевых продуктах в результате деградации аланина [Schönberg A., Moubacher R., 1952], а также образовываться как вторичный продукт липидного окисления полиненасыщенных жирных кислот [Hsieh R.J., Kinsella J.E., 1989].

В запахе несвежего сердца было выявлено большее количество летучих веществ, при этом наблюдалась тенденция к увеличению в летучей фазе продукта количества соединений с более длинной углеродной цепью. Так, в запахе несвежего сердца были обнаружены дополнительно 3 вещества с

длиной цепи C5 (pentane-2-one, pentanal, isopropyl acetate), 2 соединения с C6 (ethyl isobutyrate, methyl 2-methilbutanoate); 2 соединения с C7 ((z)-4-heptenal; 2-heptanone; heptanal); 3 соединения с C8 ((z)-2-octenal; z-3-hexen-1-ol, acetate; octanal); по 1 соединению с C9 (n-nonanal) и C11 (undecan-2-one).

В научной литературе отмечается, что серосодержащие летучие соединения играют главную роль в аромате, воспринимаемом как мясной [Blank I., 2002]. В запахе свежего свиного сердца был выявлен dimethyl suifide (диметилсульфид). В несвежем сердце, очевидно, происходило накопление этого вещества, что привело к изменению сенсорной характеристики. Кроме этого, в запахе несвежего сердца был идентифицирован еще и диметилтрисульфид.

Таким образом, для запаха свиного сердца в процессе порчи было характерно накопление летучих соединений с увеличением числа веществ с длиной углеродной цепи C5-C11, в основном, альдегидов и кетонов. Присутствие разнообразных альдегидов и кетонов в запахе несвежего сердца свидетельствовало об интенсивном протекании автоокислительных процессов [Brewer M.S. et al, 1995].

Аналогичная картина изменения состава летучих веществ наблюдалась при исследовании свежего и несвежего свиного языка (табл. 15). Были обнаружены 14 летучих соединений (Acetaldehyde, Dimethyl sulfide, Demityl trisulfide, 2-propanol, 2,3-pentanedione, Hexanal, (z)-4-heptenal, Indole, z-3-hexen-1-ol, acetate, 1-octanol, n-nonanal, Nonan-2-one, Nonyl acetate, Dodecanal), присутствовавших как в свежем, так и в несвежем языке, причем большая часть соединений была также обнаружена и при исследовании свиного сердца.

При хранении свиного языка также протекали окислительные процессы, которые приводили к увеличению содержания альдегидов и кетонов. Однако, состав летучих веществ, которые появились в несвежем языке, был менее разнообразен. Так в несвежем языке, были выявлены только 4 вещества - Hexanal, 3-methylbutanal, Propanoic acid, 2-heptanone.

Перечень веществ, которые являются ответственными за ароматообразование для свиных ушей непосредственно после их производства и после хранения до достижения порчи, приведен в табл. 16.

Для аромата ушей, как свежих, так и не свежих, было характерно присутствие 13 летучих веществ (Acetaldehyde, Propanoic acid, 2-propanol, Ethyl acetate, 3-methilbutanal, Hexanal, Butyl acetate, Benzaldenhyde, Heptanal, Indole, Hexyl acetate, n-nonanal, 4-undecanolide).

В запахе несвежих ушей было обнаружено еще 8 веществ, которых не было в аромате свежего продукта - Ethyl propanoate, Propanol, 2-methilpropanal, Butan-2-one, Butanal, Dimethyl sulfide, 1-octanol, n-nonanal. результате порчи. Таким образом, при хранении вплоть до несвежего продукта также происходило накопление, главным образом, альдегидов и кетонов, а также появлялись не выявленные в свежем продукте диметилсульфид и спирты.

В аромате свежих свиных ушей присутствовали 4 соединения, которые не были обнаружены в запахе несвежего продукта - 2,3-pentanedione, (z)-2-octenal, Undecan-2-one, Dodecanale. Исчезновение из аромата некоторых соединений при хранении было также отмечено и при исследовании других субпродуктов.

В запахе печени (табл. 17) были выявлены только 3 соединения, которые присутствовали как в свежем, так и несвежем продукте – Acetaldehyde, Dimethyl suifide, Indole. В летучей фазе несвежего продукта были идентифицированы 14 веществ, которых не наблюдалось в аромате свежего продукта – Propanol, 2-methilpropanal, Butan-2-one, Ethyl propanoate, 2-heptanone, Hepanal, 4-ethylgyaiacol, Propanol, 2-methilpropanal, Butan-2-one, Ethyl propanoate, 2-heptanone, Hepanal, 4-ethylgyaiacol. При этом в летучей фазе несвежей печени отсутствовали 5 веществ, идентифицированных в запахе свежего продукта – Octadienone, Thiophenol, Butyl acetate, Methylcinnamate, Dodecanale

Таблица 15 - Перечень соединений, характерных для свежего и несвежего языка

Свежий язык			**Несвежий язык**		
Химическая формула	Наименование соединения	Сенсорная характеристика запаха, выбранная в соответствии с органолептической оценкой	Химическая формула	Наименование соединения	Сенсорная характеристика запаха, выбранная в соответствии с органолептической оценкой
1	2	3	4	5	6
C2H4O	Acetaldehyde	Свежий	C2H4O	Acetaldehyde	Острый
C2H6S	Dimethyl sulfide	Сладкий	C2H6S	Dimethyl sulfide	Сернистый
C2H6S3	Demityl trisulfide	Сернистый	C2H6S3	Demityl trisulfide	Сернистый
			C3H6O2	Propanoic acid	Кислотный, острый, острый (слегка), прогорклый
C3H8O	2-propanol	Приятный	C3H8O	2-propanol	Затхлый
C5H8O2	2,3-pentanedione	Масло, сливочный, маслянистый	C5H8O2	2,3-pentanedione	Масло, сливочный Маслянистый
			C5H10O	3-methylbutanal	Альдегидный
C5H10O2	Isopropil acetate	Сладкий			
C6H12O	Hexanal	Жирный			
C5H10O2	isopropil acetate	Сладкий	C3H6O2	Hexanal	Жирный, острый
			C5H10O2	3-methylbutanal	Альдегидный
C6H12O	Hexanal	Жирный	C6H12O	Hexanal	Жирный, острый
C6H12O2	Butyl acetate	Приятный, сладкий			
C6H14O	1-hexanol	Сладкий			
C7H12O	(z)-4-heptenal	Сливочный, молочный	C7H12O	(z)-4-heptenal	Жирный
			C7H14O	2-heptanone	Затхлый

Окончание таблицы 15

1	2	3	4	5	6
C8H7N	Indole	Животное	C8H7N	Indole	Животное
C8H14O2	z-3-hexen-1-ol, acetate	Свежий, сладкий	C8H14O2	z-3-hexen-1-ol, acetate	Сладкий
			C8H16O2	Hexyl acetate	Кислотный
C8H18O	1-octanol	Металлический	C8H18O	1-octanol	Металлический, сернистый
C9H18O	n-nonanal	Острый (слегка), сладкий, жирный	C9H18O	n-nonanal	Альдегидный
C9H18O	Nonan-2-one	Молочный, сладкий	C9H18O	Nonan-2-one	Кетоновый, затхлый
			C9H18O	1-nonanal	Жирный
			C10H20O	Decanal	Альдегидный
			C11H22O	Undecan-2-one	Затхлый
C11H22O2	Nonyl acetate	Садкий			
C12H24O	Dodecanal	Маслянистый	C12H24O	Dodecanal	Альдегидный, маслянистый

Таблица 16 - Перечень соединений, характерных для свежих и несвежих свиных ушей

Свежие уши			**Несвежие уши**		
Химическая формула	Наименование соединения	Сенсорная характеристика запаха	Химическая формула	Наименование соединения	Сенсорная характеристика запаха
1	2	3	4	5	6
C2H4O	Acetaldehyde	Свежий	C2H4O	Acetaldehyde	Острый
			C2H6S	Demethil sulfide	Заплесневелый, сернистый
C3H6O2	Propanoic acid	Острый слегка	C3H6O2	Propanoic acid	Острый
			C3H8O	propanol	Эфирный
C3H8O	2-propanol	Эфир, медицинский спирт	C3H8O	2-propanol	Затхлый
			C4H8O	2-methilpropanal	Альдегидный
			C4H8O	Butan-2-one	Ацетон
			C4H8O	Butanal	Затхлый
C4H8O2	Ethyl acetate	Растворитель	C4H8O2	Ethyl acetate	Кислотный
C5H8O2	2,3-pentanedione	Сладкий			
			C5H10O	3-methilbutanal	Альдегидный
			C5H10O2	Ethyl propanoate	Ацетон
C6H12O	Hexanal	Жирный			
			C6H12O	Hexanal	Жирный, крепкий
C6H12O2	Butyl acetate	Эфирный			
			C6H12O2S	Ethyl 3-(methylthio) propanoate	Сернистый
C7H6O	Benzaldenhyde	Острый	C7H6O	Benzaldehyde	Острый
			C7H14O	Heptanal	Тяжёлый
C8H7N	Indole	Животное, фекальное	C8H7N	Indole	Животное, фекальное
C8H14O	(z)-2-octenal	Земляной			
			C8H16O	Octanal	Прогорклый
C8H16O2	Hexyl acetate	Эфирный			
			C8H18O	1-octanol	Сернистый Альдегидный
			C9H12O2	4-ethylgyaiacol	Фенольное

Окончание таблицы 16

1	2	3	4	5	6
C9H18O	n-nonanal	Жирный	C9H18O	n-nonanal	Жирный, мыльный
C11H20O2	4-undecanolide	Кетоновый			
C11H22O	Undecan-2-one	Жирный	C11H22O	Undecan-2-one	Затхлый
C12H24O	Dodecanale	Альдегидный			

Таблица 17 - Перечень соединений, характерных для свежей и несвежей печени

Свежая печень			**Несвежая печень**		
Химическая формула	Наименование соединения	Сенсорная характеристика запаха, выбранная в соответствии с органолептической оценкой	Химическая формула	Наименование соединения	Сенсорная характеристика запаха, выбранная в соответствии с органолептической оценкой
1	2	3	4	5	6
C2H4O	Acetaldehyde	Свежий	C2H4O	Acetaldehyde	Альдегидный
C2H6S	Dimethyl suifide	Мясной	C2H6S	Dimethyl suifide	Сернистый
C3H8O	Octadienone	Металлический			
			C3H8O	Propanol	Едкий, эфирный
			C4H8O	2-methilpropanal	Альдегидный
			C4H8O	Butan-2-one	Ацетон
			C5H10O2	Ethyl propanoate	Ацетон
C6H6S	Thiophenol	Аммиачный			
C6H12O	Butyl acetate	Сладкий			
			C7H14O	2-heptanone	Затхлый
			C7H14O	Hepanal	Тяжёлый
C8H7N	Indole	Животное, фекальное	C8H7N	Indole	Животное, фекальное
			C9H12O2	4-ethylgyaiacol	Фенольное
C10H10O2	Methylcinnamate	Сладкий			
C12H24O	Dodecanale	Альдегидный			

Проведенные исследования позволили собрать и проанализировать летучие вещества, определяющие аромат субпродуктов в зависимости или в независимости от состояния их свежести (табл. 18).

Таблица 18 – Летучие вещества, присутствующие в аромате субпродуктов в зависимости/независимости от состояния свежести

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

Как видно из таблицы 18, в свежих субпродуктах могли определяться следующие летучие вещества – Octadienone, Thiophenol, Butyl acetate, Methylcinnamate, Dodecanale, isopropil acetate, 1-hexanol, (z)-2-octenal, Undecan-2-one. По всей видимости, эти вещества окислялись или терялись в результате их летучести при хранении. В несвежих субпродуктах перечисленные вещества не выявлялись.

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 несвежести, при их определении в составе летучих веществ аромата.

Еще одна группа веществ – 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 – выявлялись как в свежих, так и несвежих субпродуктах. Таким образом, присутствие этих веществ не может являться «маркером» свежего или несвежего состояния субпродуктов. 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.

Проведенный анализ летучих веществ подтвердил возможность дифференциации субпродуктов по степени свежести на основе оценки аромата. На рис. 36 приведен пример дифференциации свежей и несвежей печени с использованием разработанного подхода и обработанного статистическим методом. На основании полученных результатов были дополнены и пересмотрены методические рекомендации [МР 04-00419779-08-2021].

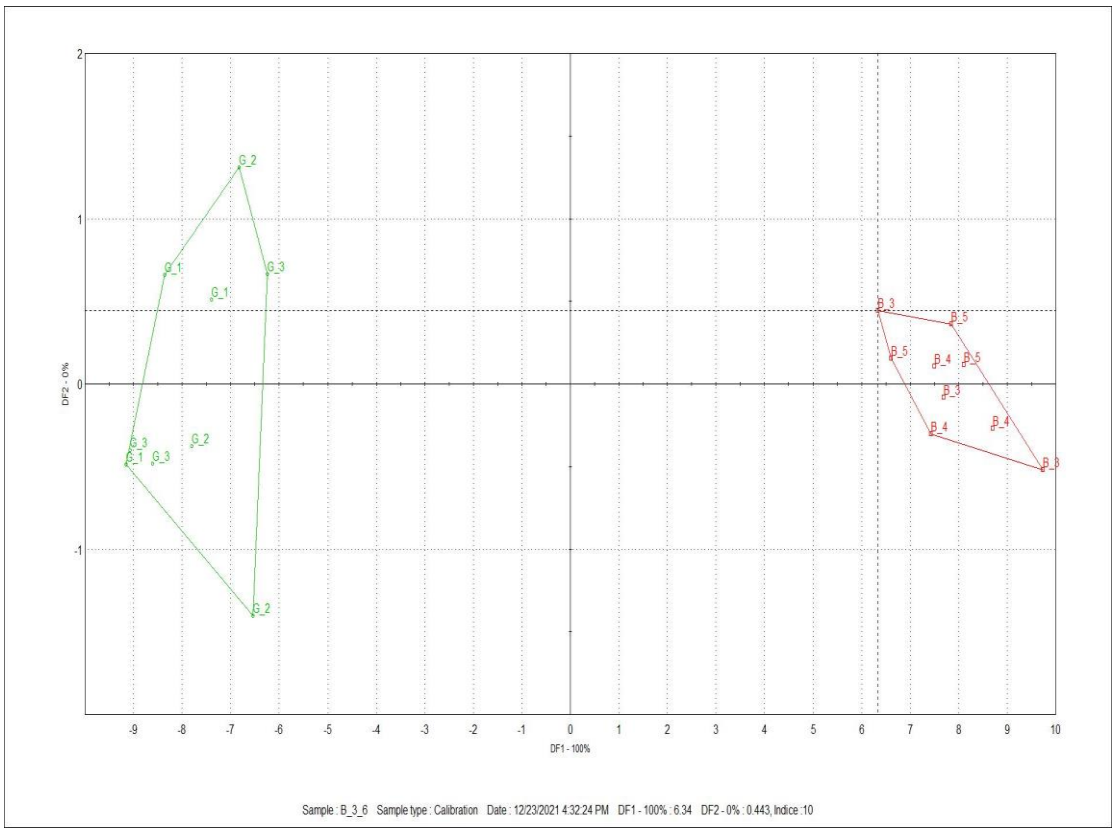


Рисунок 36 - Дифференциация свежей и несвежей печени

5.2 Изучение белкового состава субпродуктов

Изучению белкового состава мяса посвящено огромное количество исследований, гораздо меньше изучен белковый состав субпродуктов. Когда в начале этого века Комиссия ЕС приняла в качестве руководящего принципа положение, что продукты, имеющие в составе мясо, не должны содержать субпродуктов, то целью протеомных исследований на последующий период стал, главным образом, поиск белков-маркеров присутствия субпродуктов как доказательство фальсификации. Вместе с тем, применение результатов протеомных исследований субпродуктов может быть значительно шире [Zamaratskaia G., Li S., 2017, Ahremko A., 2019]. Известно, что изменение белкового состава в процессе хранения может приводить к накоплению нуклеотидов, пептидов и свободных аминокислот, способных влиять на вкус (причем, на все вкусовые направления - сладкий, соленый, горький, кислый и

умами), а также через взаимодействия с другими компонентами участвовать в образовании аромата [Shahidi F, 1994]. С изменениями молекулярной массы белков могут быть связаны изменения функциональных свойств белков, в то же время привлекает внимание изучение белкового состава с точки зрения поиска биологически активных пептидов и пр. [Akhremko A. et al, 2020].

В настоящем исследовании было сделано предположение о том, что изменения аромата субпродуктов в результате порчи при хранении, изученные и описанные выше, взаимосвязаны с изменением белкового состава. Для подтверждения этой гипотезы были выбраны в качестве объектов исследования язык и печень, наиболее часто реализуемые в непереработанном виде. Кроме этого, представляло практический интерес изучение протеомного состава субпродуктов, которые, как правило, направляются в переработку: селезенка, почки и пятачки. Субпродукты исследовали непосредственно после их получения (при убое) и охлаждении до температуры хранения и после достижения микробиологической порчи (на пятые сутки хранения при температуре 0-2 °С).

Методом двумерного электрофореза были получены данные о наличии белковых соединений с молекулярными массами от 7 кДа и более (рис. 37-38). В результате анализа 2-DE гелевых изображений при помощи ImageMaster™ 2D Platinum было обнаружено свыше 110 различных белковых фракций, характерных для каждого субпродукта. При этом наибольшее содержание белков было в печени, почках, селезенке, а наименьшее – в пятачке. Для всех исследуемых субпродуктов, при анализе полученных белковых карт, было характерно снижение интенсивности проявления белков при их исследовании в испорченном состоянии и появление новых белковых структур, которые отсутствовали при исследовании свежих субпродуктов.

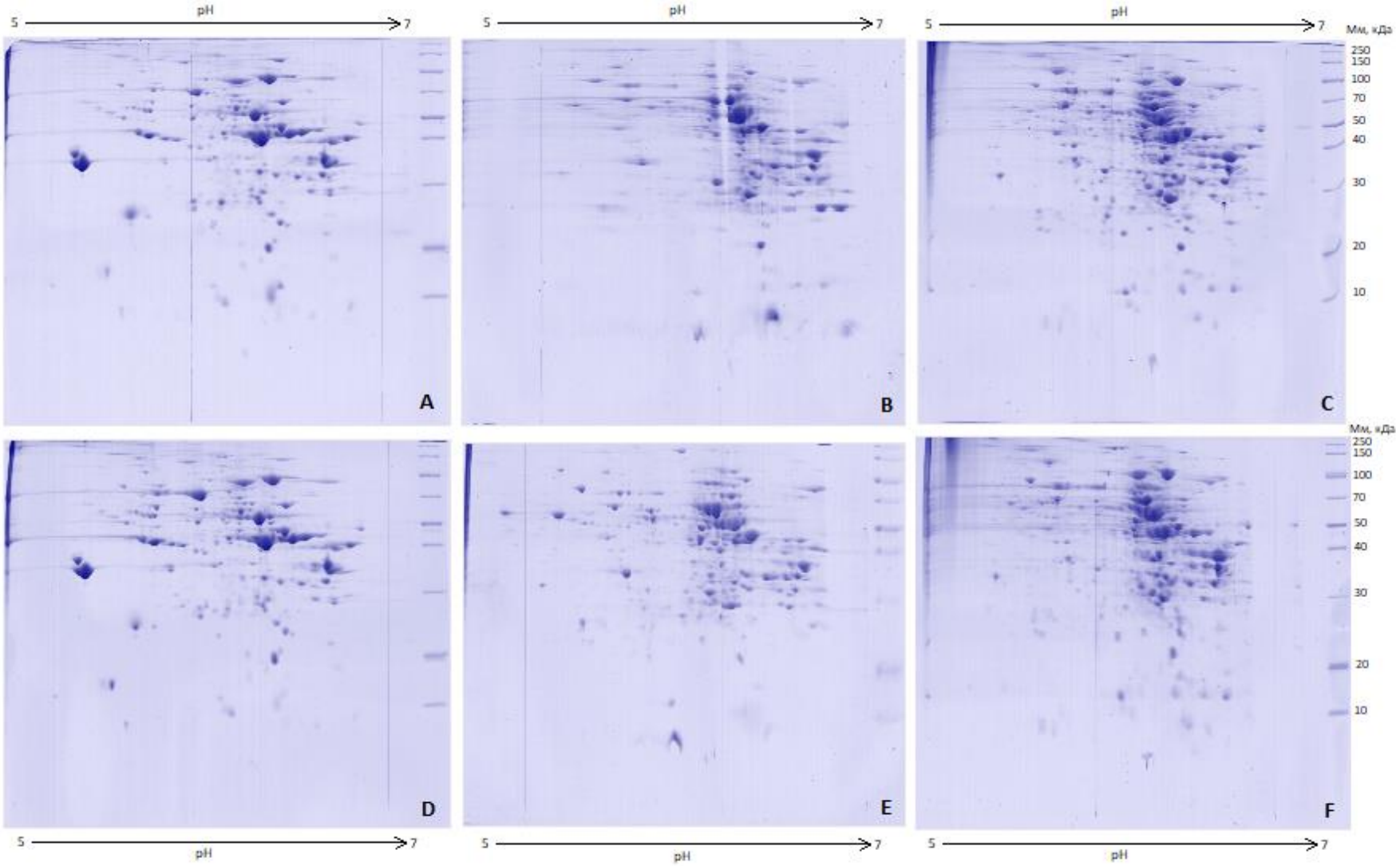


Рисунок 37 - Двумерные электрофореграммы белков селезенки (A – на 1 сутки, D – на 5 сутки), печени (B – на 1 сутки, E – на 5 сутки) и почки (C – на 1 сутки, F – на 5 сутки)

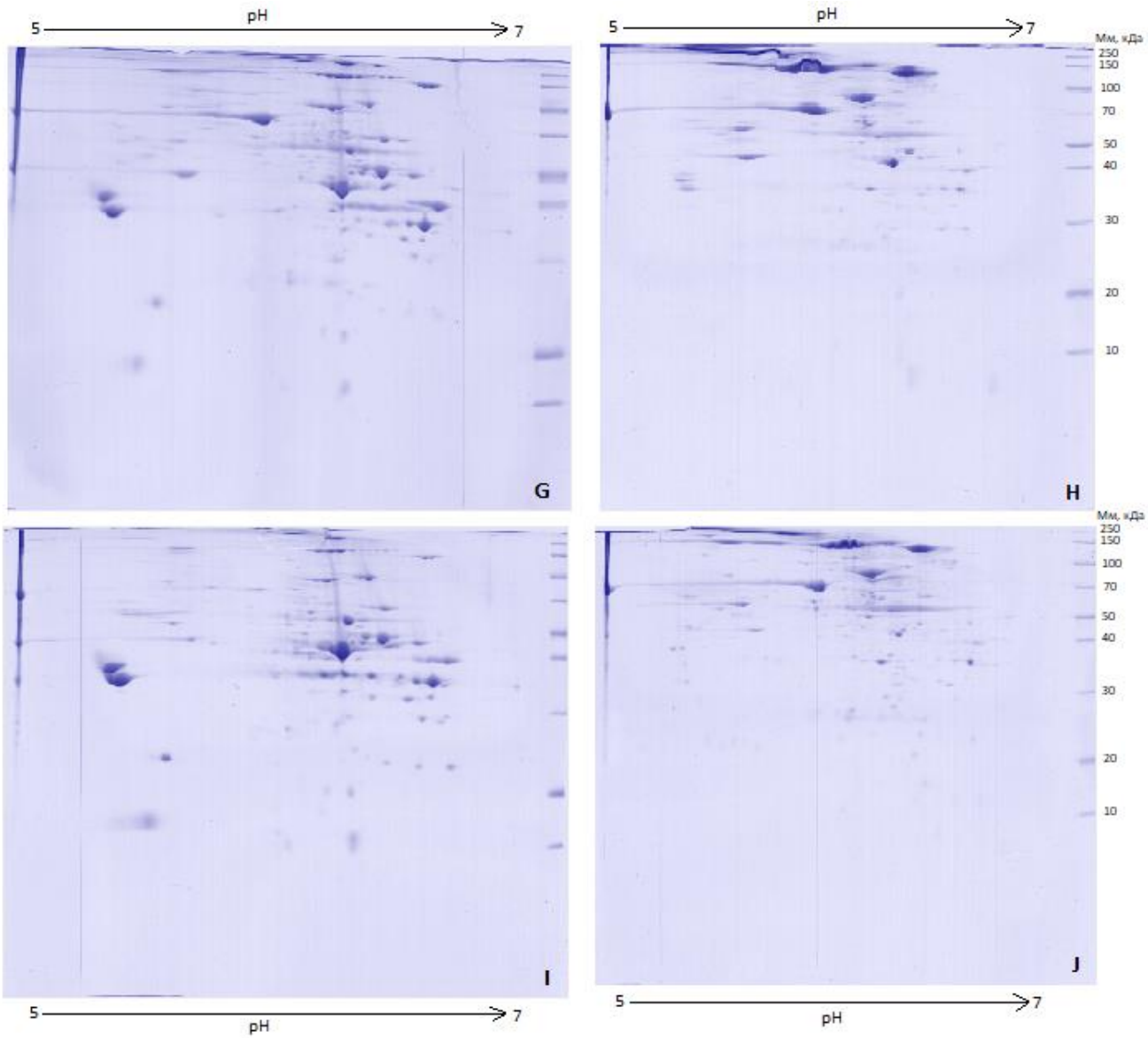


Рисунок 38 - Двумерные электрофореграммы белков языка (G – на 1 сутки, I – на 5 сутки) и пятачка (H – на 1 сутки, J – на 5 сутки)

В результате анализа электрофореграмм белков свиной печени до и после периода хранения (рис. 37, B и E) было выявлено, в среднем, на каждом геле, около 165 пятен, при этом порядка 67 пятен являлись мажорными (конститутивно присутствующими) для обоих образцов печени. При сравнении данных электрофореграмм печени была выявлена группа фракций, характерная для печени на первых сутках хранения, в диапазонах 48-49 кДа, 27 кДа, 13 кДа и белковых пятен, соответствующих молекулярным массам 22 кДа, 7 кДа и 5 кДа.

Для печени, хранившейся в течение пяти дней, была отмечена характерная белковая фракция в диапазоне 83-85 кДа и два белковых пятна с молекулярными массами около 84 кДа и 27 кДа (рис. 37, E). Установлено, что у печени после пяти суток хранения интенсивно проявлялось белковое пятно в 27 кДа (рис. 37, E), которое отсутствовало на электрофореграмме белков печени первых суток хранения. Предположительно, оно являлось субъединицей бета-флавопротеина – специфического белка с функцией переноса электронов (ETFB, 27,764 кДа). Такой белок принимает электроны от нескольких митохондриальных дегидрогеназ и передает их в основную дыхательную цепь митохондрий. Электронопереносящий флавопротеин является физиологическим акцептором электронов, по крайней мере, для девяти митохондриальных матричных дегидрогеназ, участвующих в деградации жирных кислот и аминокислот [Roberts D.L. et al, 1996].

Также на пятые сутки хранения печени более интенсивно проявлялись две белковые фракции с молекулярной массой 35 кДа и 8 кДа (рис. 37, E), которые, вероятно, являлись:

- глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназой (GAPDH, 35,836 кДа) – она является ключевым ферментом гликолиза и катализирует первый этап - превращение D-глицеральдегид-3-фосфата (G3P) в 3-фосфо-D-глицероилфосфат;

- гепсидином (HAMP, 8,771 кДа) - белком, который действует как сигнальная молекула, участвующая в поддержании гомеостаза железа и

активации оксидативного стресса, который в свою очередь запускает перекисное окисление липидов [Nakahara T. et al, 2014].

При этом в печени в первые сутки хранения был интенсивно выражен белок с молекулярного массой 22,3 кДа (рисунок 39, №1), предположительно являвшийся гидропероксидом фосфолипидов глутатионпероксидазой (GPX4, 22,337 кДа) - незаменимой антиоксидантной пероксидазой, которая непосредственно разрушает гидропероксиды фосфолипидов, жирных кислот, холестерина и азотистого основания тимина. Кроме этого на первые сутки хранения в печени был отмечен белок с молекулярной массой 8,8 кДа, интенсивность которого снижалась на 5 сутки (рис. 39, №2). Этот белок предположительно является LEAP-2 (8,8 кДа), обладающим антимикробной активностью [Cozza G. et al, 2017, Hong Y. et al, 2019].

Таким образом, исследование белкового состава свиной печени наглядно продемонстрировало снижение интенсивности белков, отвечающих за антиокислительную стабильность ткани печени. В процессе хранения печени это могло означать развитие окислительных процессов с образованием низкомолекулярных продуктов окисления, в том числе летучих.

В результате анализа электрофореграмм белков свиной селезенки (рис. 37, A и D), было обнаружено около 598 пятен, из которых порядка 185 пятен являлись мажорными и присутствовали на двух электрофореграммах, соответствующих 1-м и 5-м суткам хранения. Количество обнаруженных пятен было максимально высоким по сравнению с другими исследованными субпродуктами. С использованием базы данных UniProtKB/Swiss-Prot, с высокой степенью вероятности, удалось определить только 82 белка из обнаруженного количества белковых фракций свиной селезенки.

При проведении сравнения данных электрофореграмм селезенки на первые и пятые сутки хранения были выявлены группы фракции в

диапазоне 65 кДа, 9-13 кДа и белковые пятна в диапазоне 136 кДа, 71 кДа, 34 кДа, 27 кДа, 8 кДа, характерные для селезенки до хранения.

Для селезенки, хранившейся в течение пяти суток, были отмечены следующие особенности фракционного состава белков:

- три белковых пятна в диапазоне 27-28 кДа, 35 кДа;

- снижение интенсивности белкового пятна в диапазоне 8 кДа, которое, напротив, интенсивно проявлялось на первые сутки хранения.

Предположительно белковое пятно с молекулярной массой 8 кДа являлось легкой цепью ферритина (FTL, 8,784 кДа), который поддерживает гомеостаз железа.

Одновременно с этим, на электрофореграмме белков селезенки на пятые сутки хранения наблюдалось снижение концентрации белка с молекулярной массой 13,7 кДа (рис. 39, №4), который предположительно являлся гликопротеином CD59 (CD59, 13,790 кДа), мощным ингибитором действия комплекса комплементарной мембранной атаки и обеспечивающим сохранность клеточных мембран [Das N. et al, 2019], что свидетельствовало о протекавших при хранении процессов разрушении клеток.

Кроме того, на 5 сутки было обнаружено увеличение колониестимулирующего фактора (16,2 кДа) (рис. 40 №8), что свидетельствовало о повышении интенсивности процесса β-окисления жиров из-за увеличения количества продуктов перекисного окисления липидов, к которым относятся альдегиды, кетоны и др., повышение содержания которых было отмечено при проведении инструментальных сенсорных исследований аромата.

В результате анализа электрофореграмм свиных почек (рис. 37, C и F) были обнаружены несколько фракций белков, характерных для почек на первые сутки хранения и обладающих молекулярной массой в диапазоне от 26 до 32 кДа и пять белковых пятен в диапазоне молекулярных масс

37-36 кДа, 34 кДа, 27 кДа, 25 кДа, характерных для почек после пяти суток хранения.

Было отмечено, что на электрофореграмме белкового состава почек, хранившихся пять суток, снижалась интенсивность белкового пятна, характерного для хиноноксидоредуктазы (молекулярная масса - 34,9 кДа) (рис. 39, №3). Это изменение также свидетельствовало о развитии антиокислительных процессов, поскольку хиноноксидоредуктаза участвует при детоксикации ксенобиотиков и снижает нагрузку свободных радикалов в клетках [Pey, A. L. et al, 2019].

В результате изучения данных электрофореграммы свиного языка (рис. 38, G и I) было установлено, что в среднем на каждом геле обнаруживались около 177 пятен, а около 67 пятен являлись мажорными (конститутивно присутствующими) для обоих образцов языка.

На начальном этапе проведения сравнения белкового профиля свиного языка на первые и на пятые сутки хранения, была выявлена группа фракций, характерная для языка первых суток хранения в диапазоне 67-146 кДа, 38-40 кДа, белковое пятно - в диапазоне 85 кДа. Для языка, хранившегося в течение пяти дней, отмечена белковая фракция в диапазоне 37-48 кДа и четыре белковых пятна в диапазоне 37-40 кДа, 15 кДа и 12 кДа.

На пятые сутки хранения языка на электрофореграмме отсутствовало белковое пятно с молекулярной массой 85 кДа, которое интенсивно проявлялось на электрофореграмме языка на первые сутки хранения. Этот белок, предположительно являлся АТФ-зависимой 6-фосфофруктокиназой (PFKM, 85,327 кДа), участвующей в гликолизе.

Одновременно с этим, в процессе хранения языка снижалась интенсивность белковой фракции с молекулярной массой 11 кДа, предположительно, являющейся глутаредоксин-1 (11,8 кДа), который снижает содержание гликозилированных белков, а также является антиоксидантным ферментом [Burns M. et al, 2020].

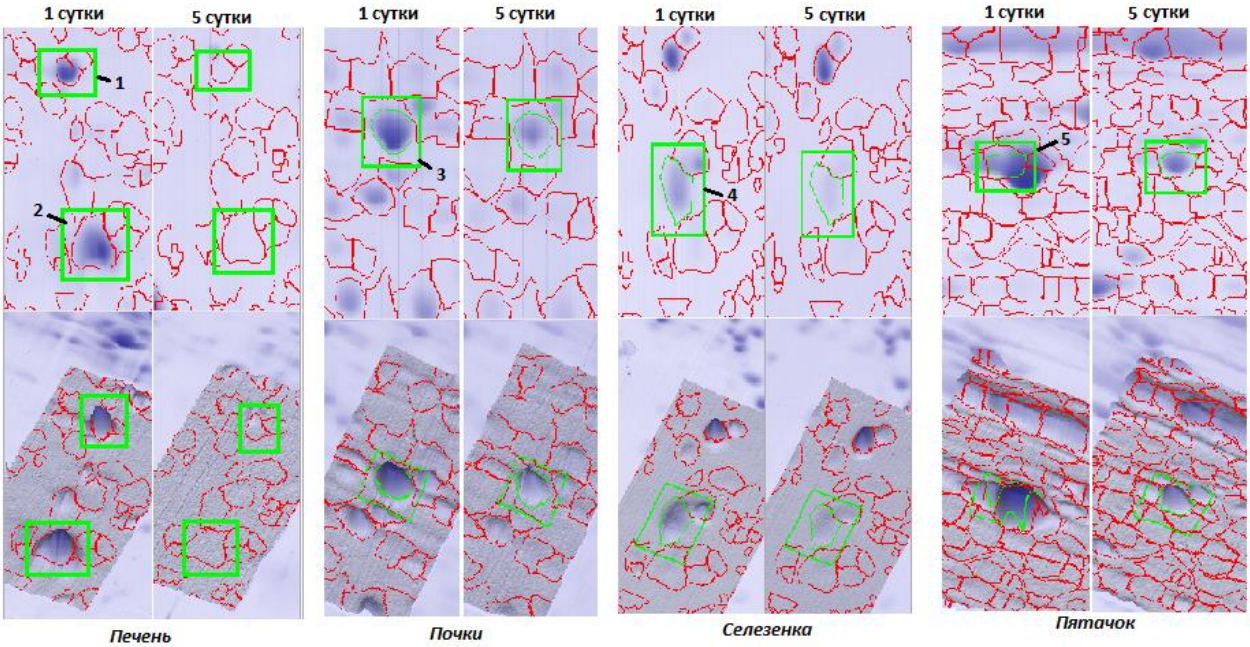


Рисунок 39 - Фрагменты 2-DE гелей свиных субпродуктов на 1 и 5 сутки хранения

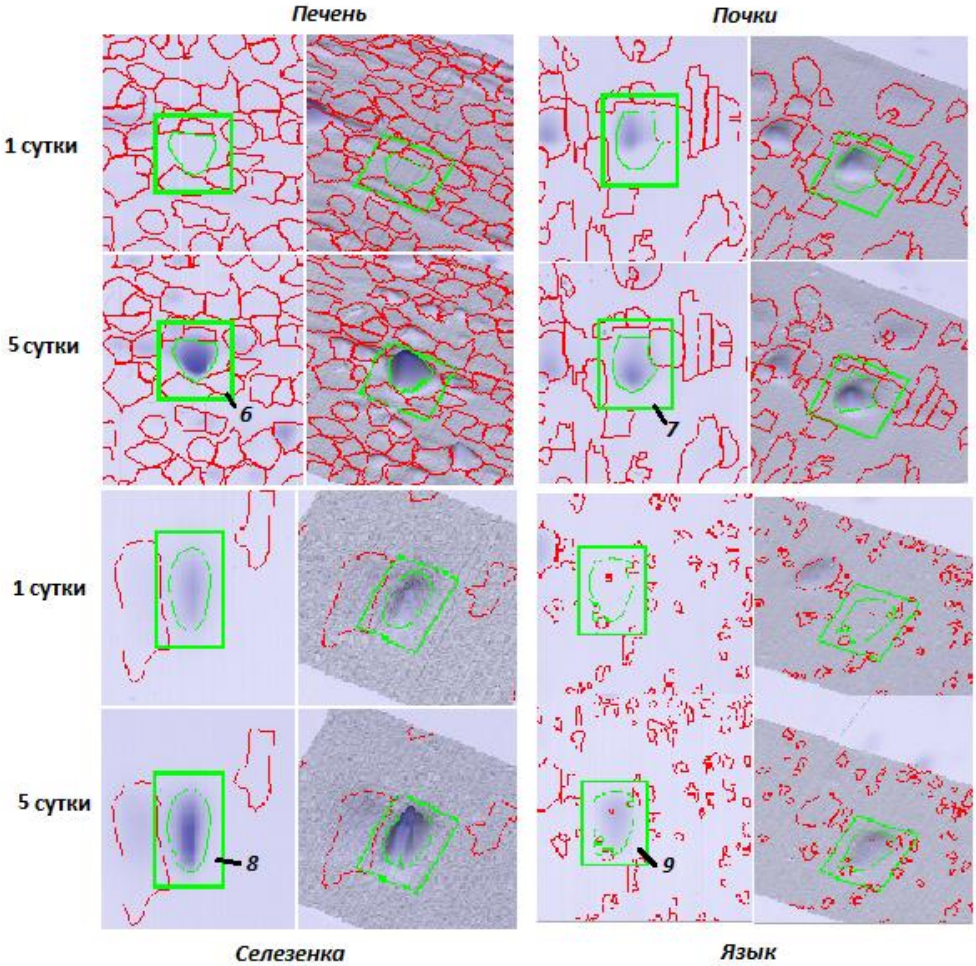


Рисунок 40 - Фрагменты 2-DE гелей свиных субпродуктов на 1 и 5 сутки хранения

В результате проведенного анализа электрофореграмм свиного пяточка (рис. 38, H и J), в соответствии с результатами анализа изображений, было выявлено, что в среднем на каждом геле присутствовало около 76 белковых пятен, а около 15 пятен являлись мажорными для обоих образцов исследуемого субпродукта. Это наименьшее количество обнаруженных белковых пятен, полученное при исследовании различных видов субпродуктов, что является обоснованным ввиду его состава.

Сравнение белковых профилей свиного пяточка на первые сутки и пятые сутки хранения, позволило выявить группу фракций, характерную для пяточка на первые сутки в диапазоне 35-37 кДа и два белковых пятна массой 6 кДа и 5 кДа. Для пяточка на 5 сутки отмечена белковая фракция в диапазоне 24-29 кДа. Отмечено, что на 5 сутки на электрофореграмме появлялось белковое пятно с массой 38 кДа, которое не было обнаружено при анализе электрофореграммы на первые сутки, предположительно являющееся НАДФ-ретинолдегидрогеназой (RDH10, 38, 087 кДа), участвующий в метаболизме ретинола.

Учитывая, что белковые профили в процессе хранения изменяли свою интенсивность, белковые пятна были сопоставлены по объему (рис. 41).

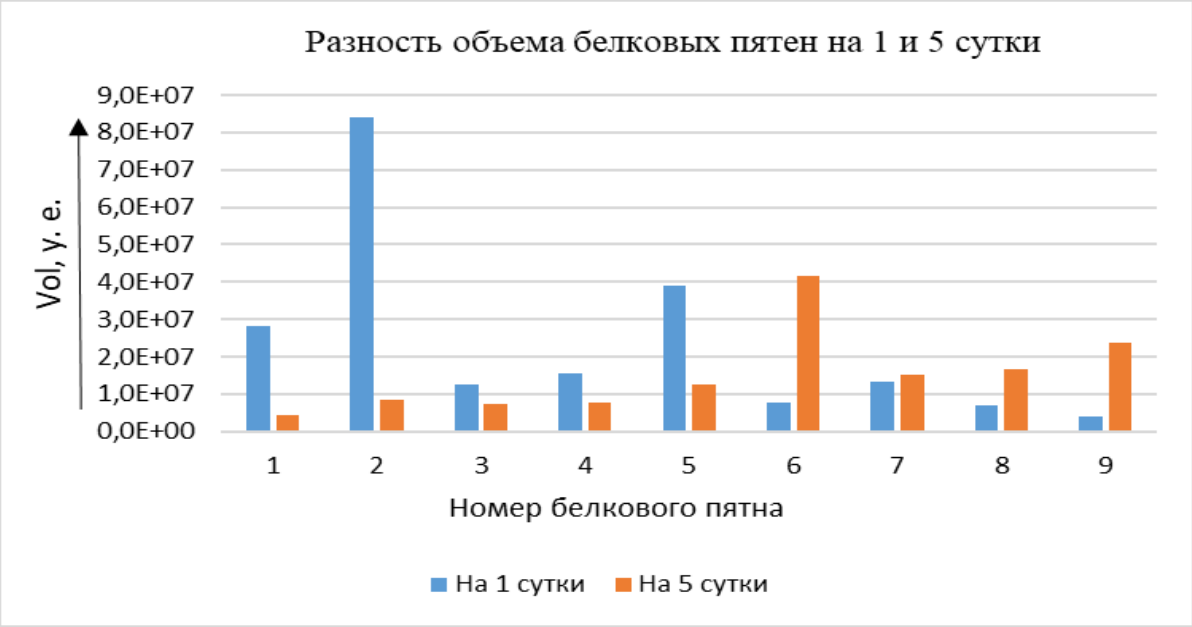


Рисунок 41 - Интегральная оптическая плотность белковых фракций субпродуктов

Анализ изменения интенсивности белковых фракций показал, что самое большое различие в оптической плотности наблюдалось у фракции №2, в первые сутки в 10 раз больше, чем на пятые сутки. У белков, отмеченных под номерами №3 и №4 на рисунке 39, насыщенность окрашивания с 1 по 5 сутки равномерно снижалась на 43 % и на 50 %, соответственно, а у белка №7 – повышалась на 12 %. Далее также можно отметить белки № 6 и №9, у которых в 5 раз увеличилась площадь по сравнению с первыми сутками.

Таким образом, проведенные исследования по изучению белкового профиля при хранении субпродуктов продемонстрировали:

- снижение содержания белков-антиокислителей и естественных защитных механизмов сохранения химического состава субпродуктов;
- взаимосвязь снижения содержания белков-окислителей с результатами сенсорных исследований субпродуктов.

5.3 Изучение образования биогенных аминов

Распад белков может сопровождаться образованием биогенных аминов, поскольку они образуются путем декарбоксилирования аминокислот. Их накопление напрямую связано с порчей пищевых продуктов и пищевыми отравлениями [Hu Y., et. al, 2015, Zhong X. et. al, 2018]. Биогенные амины представляют собой азотсодержащие алифатические или гетероциклические низкомолекулярные соединения [Zhang Y.J. et. al, 2010], которые имеют химическую структуру, содержащую одну или несколько аминогрупп (NH_2), и обладают биологической активностью в тканях живых существах [Kalac P., 2014]. Биогенные амины имеют алифатическую, ароматическую или гетероциклическую структуру [Liu et al, 2018]. Путресцин, кадаверин, спермин и спермидин являются примерами алифатических биогенных

аминов. К ароматическим биогенным аминам относятся тирамин, 2-фенилэтиламин, агматин и дофамин. Гетероциклические биогенные амины интегрируются гистамином, триптамином и серотонином [Melnikov M., et al, 2018]. Учитывая негативное влияние биогенных аминов на безопасность продуктов крайне важно их своевременное выявление, для исключения возможного негативного влияние на здоровье потребителей [Swider O., et. al, 2020]. Ряд исследований был посвящен возможности использования определения биогенных аминов, в качестве индикатора качества мяса во время хранения [Apostolos et al, 2006, Balamatsia et al, 2006, Kaniou G. et al, 2001, Rokka M. et al, 2004, Silva C.M.G., Glória M.B.A., 2002, Teresa H.J. et al, 1996, Vinci G., Antonelli M.L., 2006], в тоже время упоминаний об исследованиях накопления биогенных аминов при хранении субпродуктов в доступных литературных источниках не выявллено.

Исследования проводили по выявлению следующих биогенных аминов: кадаверина, дофамина, гистамина и тирамина. Биогенные амины, в том числе гистамин, образуются, главным образом, в результате декарбоксилирования определенных свободных аминокислот экзогенными декарбоксилазами, высвобождаемыми микробными видами [Taylor S.L. and Speckard M., 1983]. Для определения содержания биогенных аминов брали субпродукты непосредственно после изготовления субпродуктов (после охлаждения парных субпродктов до температуры 0-2 °С) и после подтвержденной микробиологической порчи. Для исследоаний были выбраны субпродукты, наиболее часто используемые в непереработанном виде (сердце, печень, язык) и в переработанном виде (почки, пятачок). Данные о результатах исследования показателей общего химического состава выбранных субпродуктов приведены в таблице 19.

В субпродуктах не были выявлены, ни до, ни после хранения, биогенные амины дофамин и тирамин. Однако было установлено, что при хранении субпродуктов происходило накопление кадаверина (рис. 42).

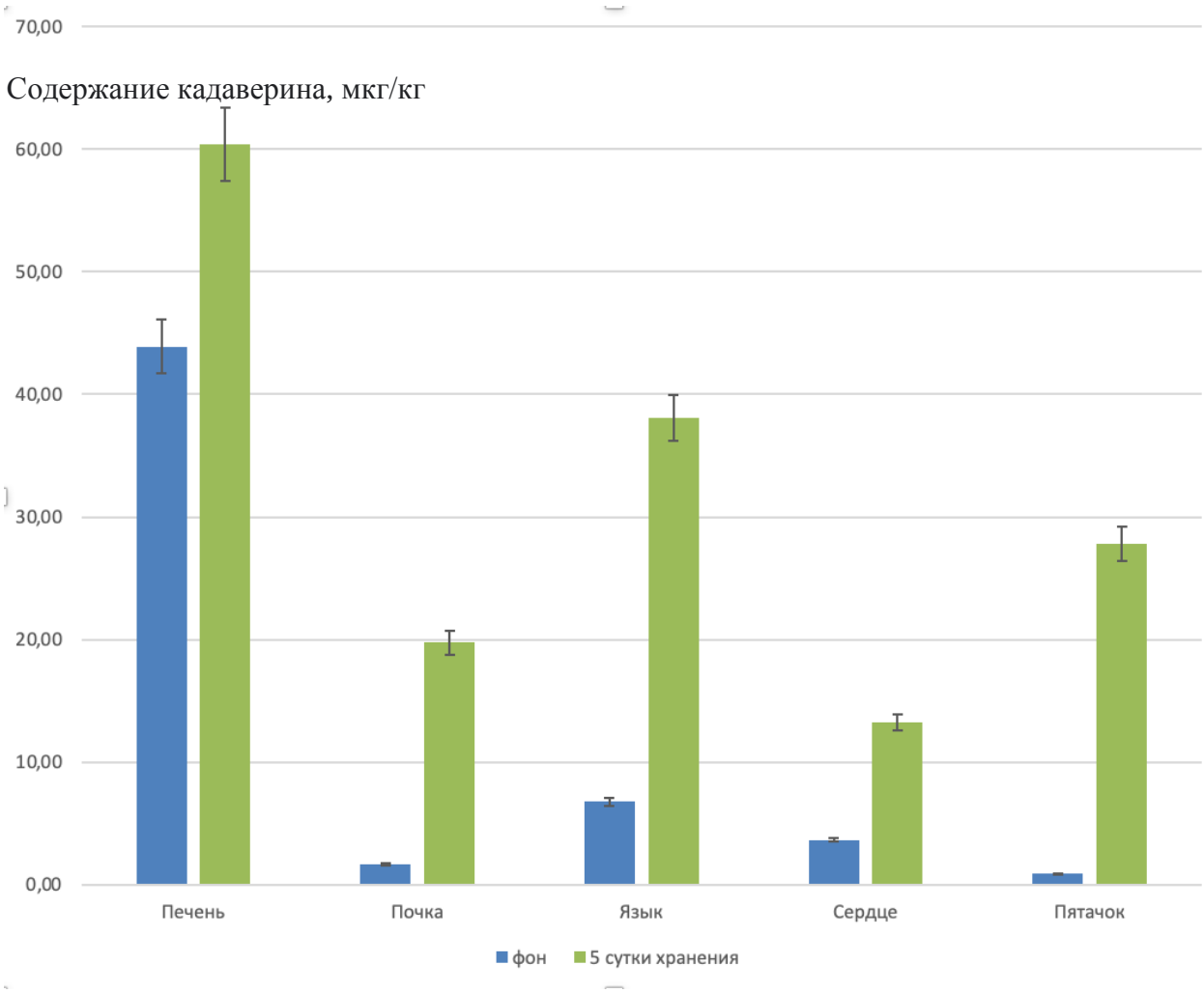


Рисунок 42 - Изменение содержания кадаверина при хранении субпродуктов

Таблица 19 – Показатели общего химического состава субпродуктов до и после хранения

Наименование показателя	Продол-жительность хранения	Значение показателя для				
		сердца	печени	языков	почек	пятачков
Белок, %	фон	16,2±2,4	20,0±3,0	15,6±2,3	14,4±2,2	23,1±1,8
	5 суток	16,5±2,5	20,2±1,6	16,7±2,5	14,6±2,2	21,2±1,7
Жир, %	фон	4,2 ± 0,6	8,2±1,2	14,8±2,2	4,2 ±0,6	2,9±0,4
	5 суток	9,1±1,3	7,3±1,1	16,9±1,3	5,8±0,9	5,0±0,7
Влага, %	фон	78,4 ± 6,3	70,3±5,6	68,5±5,5	80,2±6,4	73,3±5,9
	5 суток	73,4±5,9	70,9±5,7	65,4±5,7	78,4±6,3	73,1±5,8
Зола, %	фон	1,18±0,17	1,42±0,20	0,90±0,13	1,21±0,17	0,73±0,11
	5 суток	1,03±0,15	1,63±0,22	0,83±0,12	1,17±0,17	0,65±0,10

На начальном этапе хранения печень характеризовалась наиболее высоким содержанием кадаверина. Это могло быть связано с детоксикационной функцией печени. Кадаверин может образовываться под действием микробной микрофлоры в кишечнике и попадать в печень.

Вместе с тем, для печени, сердца, языка и почек была установлена взаимосвязь между содержанием в этих субпродуктах белка и уровнем накопления кадаверина на 5 сутки хранения (коэффициент корреляции составил $r=+0,9636$). По всей видимости, особенности белкового состава субпродуктов оказывают влияние на накопление в них кадаверина в процессе хранения.

Результаты исследования по содержанию в субпродуктах гистамина показали, что изначально максимально высокий уровень содержания был обнаружен также в печени (рис. 43).

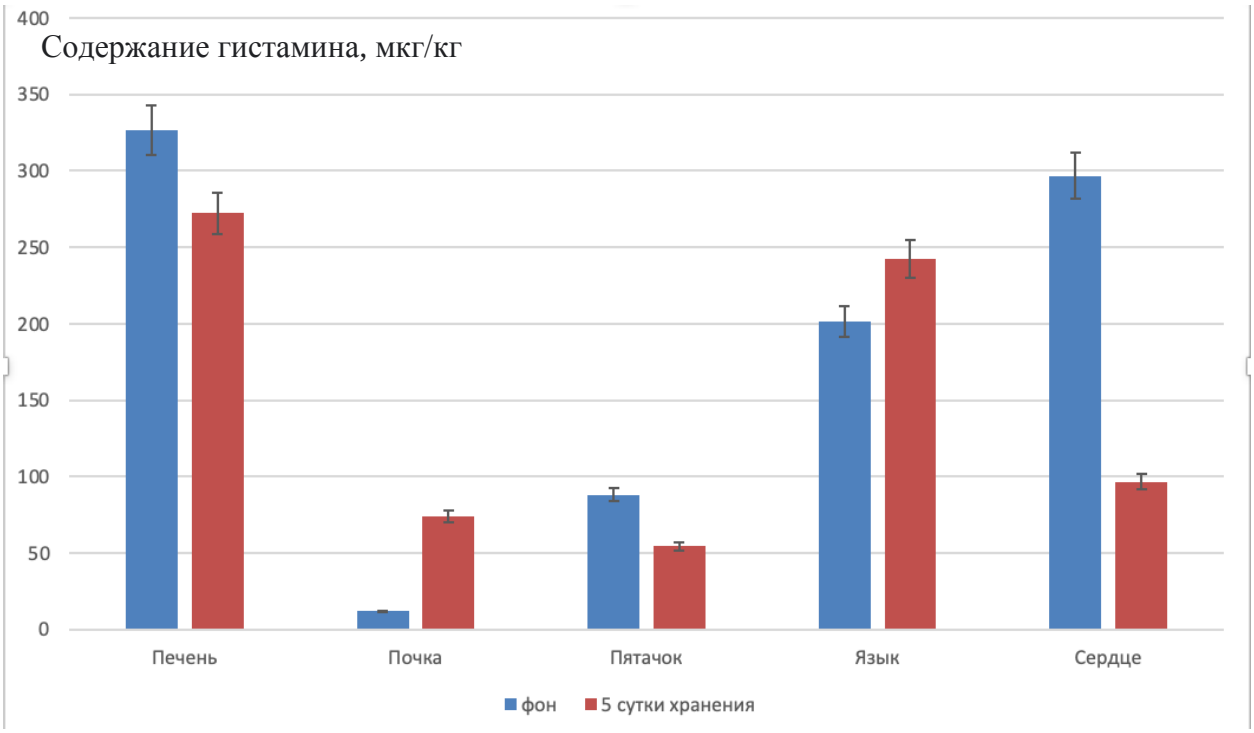


Рисунок 43 - Изменение содержания гистамина при хранении субпродуктов

Гистамин представляет собой гетероциклический биогенный амин, который может образовываться в большом количестве пищевых продуктов животного происхождения, таких как вяленые мясные продукты и сыры.

Обычно его получают путем ферментативного декарбоксилирования аминокислоты гистидина в реакции, катализируемой бактериальной декарбоксилазой [Madejska A. et al, 2018, Calzada J. et al, 2013].

Проведенные в Испании исследования по определению содержания гистамина и тирамина в 63 местных мясных продуктах, показали, что оба исследуемых биогенных амина были обнаружены во всех образцах, но их концентрации сильно различались. В охлажденном мясном сырье, а также после длительного созревания мясного сырья, были обнаружены статистически достоверные более высокие количества обоих аминов, чем в мясной продукции после термической обработке. В вареных мясных продуктах значения гистамина колебались от 0,25 до 3,90 мг/кг, тирамина — от 0,50 до 25,6 мг/кг. Для сырых и созревших мясных продуктов диапазон содержания гистамина составлял от 0,25 до 249 мг/кг, тирамина от 0,45 до 510 мг/кг [Vidal-Carou M.C. et al, 1990]. Полученные результаты по определению содержания гистамина в субпродуктах (рис. 43) показали, что его количество почти в 1000 раз меньше, чем в мясном сырье. При таких незначительных количествах содержания гистамина установить тенденцию к его накоплению при хранении субпродуктов не представлялось возможным.

Проведенные исследования наглядно показали, что при хранении субпродуктов происходит накопление кадаверина. Кадаверин имеет очень сильный трупный запах и, очевидно, влияет на профиль аромата субпродуктов. В связи с этим, на приборе «электронный нос» были проведены инструментальные исследования по определению площади «визуальных отпечатков запаха» при хранении субпродуктов (рис. 44).

Было установлено, что существует корреляция 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.

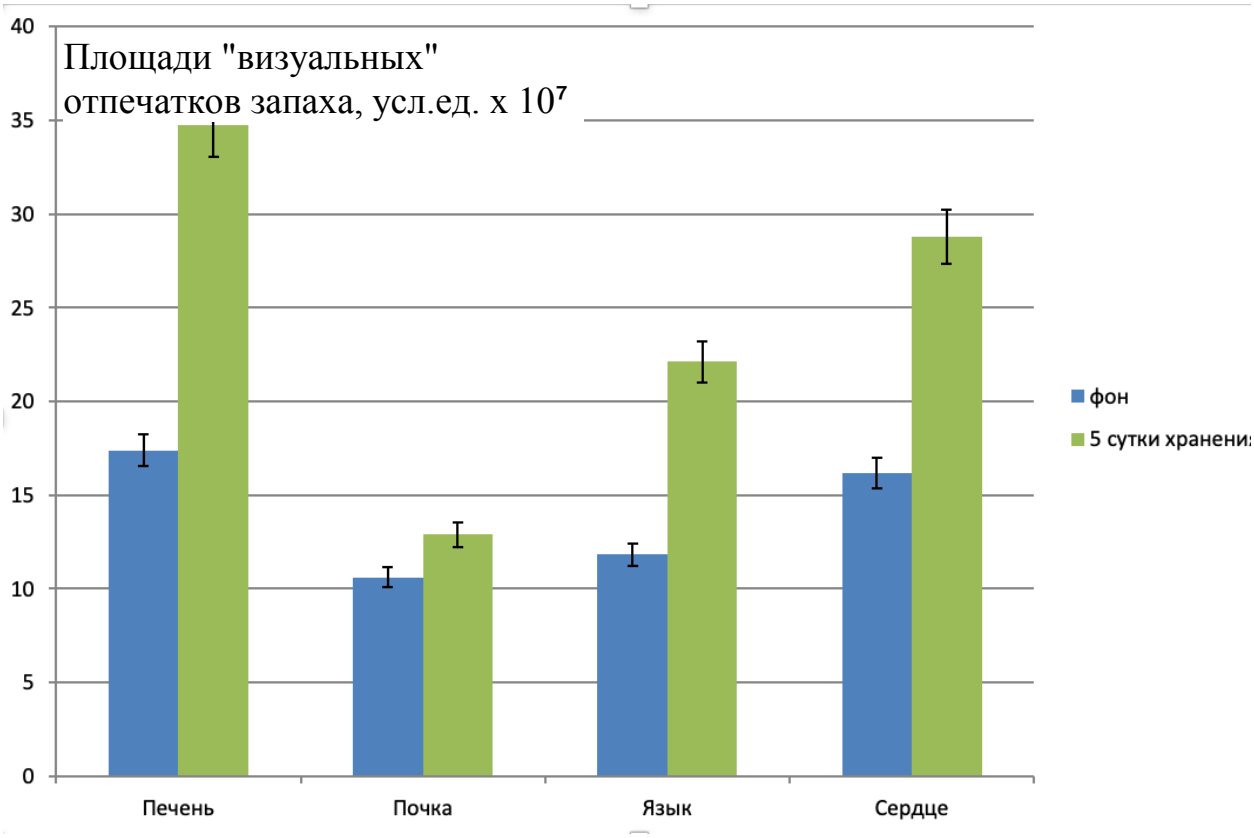


Рисунок 44 - Изменение площади «визуальных отпечатков запаха» при хранении субпродуктов

Таким образом, проведенные с использованием современных методов исследования позволили установить, взаимосвязь органолептического качества субродуктов накоплением летучих вещест, снижением содержания белков-антиокислителей и образованием кадаверина. Понимание этих процессов, происходящих при хранении субпродуктов, позволит более объективно оценивать и прогнозировать их потребительское качество.

5.4 Обоснование, разработка и практическая апробация новых методологических подходов к оценке качества свинины

Проведенные ранее исследования по оценке качества мясного сырья, получаемого при убое и первичной переработки интенсивно растущих свиней, показали, что измерение pH_{45} и pH_{24} не позволяет получить информацию, достоверно характеризующую технологические свойства мяса.

В настоящее время существующие подходы к оценке качества мясного сырья так или иначе связаны с изменением pH или с измерением показателей, коррелирующих с pH. Например, существует способ оценки качества мяса, заключающийся в измерении в течение 1 минуты электрического сопротивления мышечной ткани путем введения в *m. L. dorsi* не позднее 1 часа после убоя животного на глубину 10 мм датчика типового моста переменного тока Е7-4, представляющего собой устройство из двух электродов диаметром 1,5 мм, закрепленных на расстоянии 10 мм друг от друга в плате из диэлектрика, и разделении мяса на группы качества DFD, NOR и PSE, как при измерении pH, то есть в основу принципа разделения мяса на группы качества положена его сортировка по значению pH [Патент RU 2681501].

Известен способ прижизненной оценки качества мяса свиней, заключающийся в изучении состояния их кожного покрова. Способ отличается тем, что состояние кожного покрова оценивают путем измерения биоэлектрического потенциала в биологически активных центрах. После этого находят его среднюю величину и при значении 70,0-80,0 мкА устанавливают ожидаемую принадлежность мяса также, к той или иной качественной группе (DFD, NOR или PSE) [Патент 2315995].

Известны и другие способы контроля качества мяса. Но, в целом, они предусматривают ту же логическую схему: отбор пробы мясного сырья, измерение тех или иных показателей (например, цвета – светлоты, красноты

и желтизны), для значений которых установлена корреляция со значением pH мяса, оценка по измеренным значениям группы качества. В некоторых случаях для повышения точности оценки производят сканирование образцов с получением оцифрованного цветового изображения и анализом с использованием специальных компьютерных программ [Томашевич И.Б., 2018].

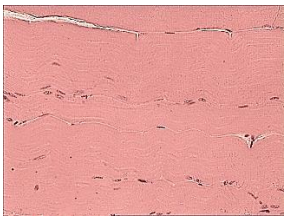
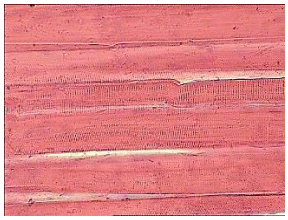
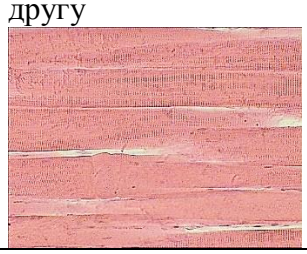
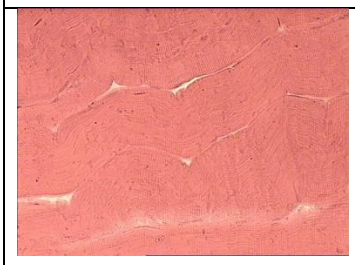
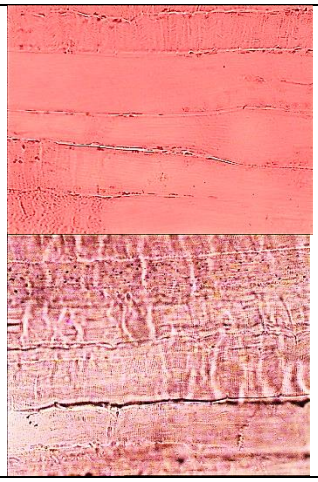
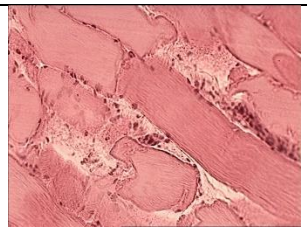
Недостатком всех этих подходов является использование гипотезы о значительном диапазоне изменения pH свинины и о корреляции pH со многими другими характеристиками мяса при изменении pH от 5,2 до 6,2 и шире. Однако, как было показано выше, современная свинина не отличается широкими изменениями pH (pH_{24}, в основном, от 5,5 до 5,7), а вследствие этого, для нее не характерна выраженная корреляционная связь (статистическая взаимосвязь) между показателями функционально-технологических свойств и значением pH. В этих реалиях, прогнозировать технологический результат дальнейшей переработки мяса с использованием таких методов практически невозможно.

Учитывая, что состояние мышечной ткани должно оказывать безусловное влияние на функционально-технологические свойства мясного сырья, были проведены исследования изменения гистологических характеристик мяса свинины в парном виде и в процессе его созревания.

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. Выбор в качестве объектов исследования данной мышцы был обусловлен тем, что эта мышца отличается однородностью структуры и высоким содержанием белых (гликолитических) волокон, в наибольшей степени отличающихся по диаметру в результате возможных миопатических изменений в мышечной ткани [Listrat A. et al, 2015, Henckel P. et al, 1997, Swatland H., Warriss P.D., 2000, Lefaucheur L., 2010].

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, Germany, 2009). Продольные срезы окрашивали гематоксилин-эозином. С целью определения типа мышечных волокон поперечные срезы окрашивали Суданом черным по методу [Saprikin & Turbin, 1997]. 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, China, 2009) при увеличении об. 40х по пяти 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. При изучении гистологических образцов также 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 образцов от 39 свиных туш, полученных при убое гибридных интенсивно растущих животных, 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. 20).

Таблица 20 - 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
1	2	3	4
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
			

Окончание таблицы 20

1	2	3	4
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
Примечание: *- фактор риска.			

В соответствии с разработанным подходом, в условиях физиологического двора ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста», были проведены исследования 18 свиных туш, полученных при убое гибридных свиней, отобранных случайным образом из 40 голов (табл. 21). Гистологические срезы опытных образцов, в зависимости от степени выраженности миопатии, приведены на рисунках 45-47. Согласно полученным результатам 44,44% от исследуемых образцов не имели признаков миопатии.

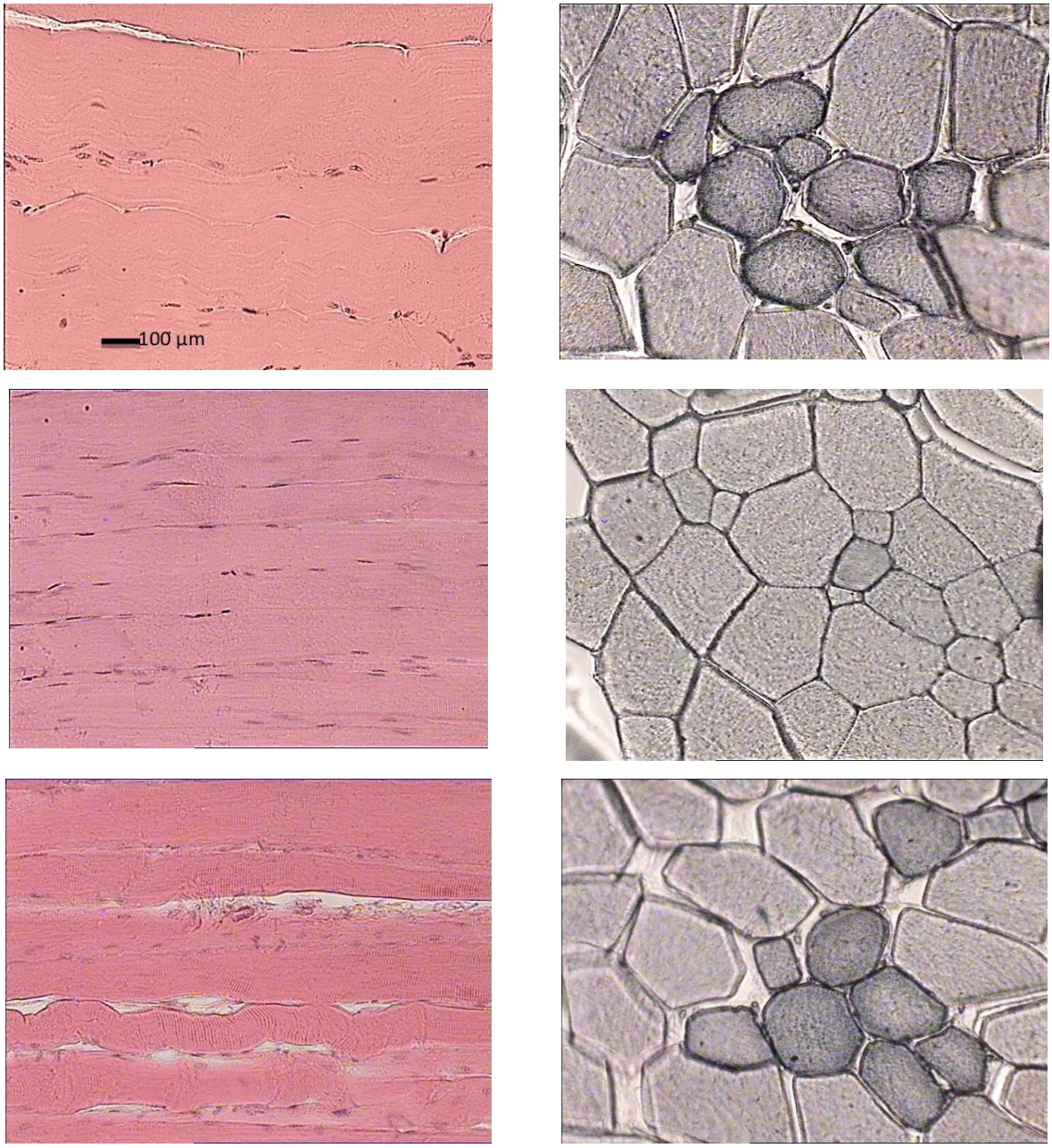
Таблица 21 - Результаты гистологических исследований образцов мышечной ткани (x ± SD, n = 18)

Показатель	Без миопатии (n = 8)			С умеренно выраженной миопатией (n=7)			С выраженной миопатией (n = 3)		
	x ± SD	Описательная характеристика или Минимум-максимум	Медиана	x ± SD	Описательная характеристика или Минимум-максимум	Медиана	x ± SD	Описательная характеристика или Минимум-максимум	Медиана
Форма мышечных волокон	волнистая			прямые или слегка волнистые			прямые		
Поперечная исчерченность	сглаженная			выраженная			выраженная		
Состояние сарколеммы	деструктивные изменения отсутствуют			деструктивные изменения отсутствуют			разрывы сарколеммы и миофибрилл		
Длина саркомеров, мкм	1.5 ± 0.1	1.4–1.6	1.5	1.7 ± 0.3[b]	1.4–2.1	1.7	2.3 ± 0.1[a]	2.2–2.4	2.4
Размер узлов (полос) сокращения, мкм	узлы (полосы) сокращения отсутствуют			отсутствуют	100.0–425.0	200.0	279.2 ± 97.1	200.0–387.5	250.0
Диаметр узлов сокращения, мкм	-			-	60.0–90.0	60.0	113.3±11.6	100.0–120.0	120.0
Диаметр волокон, в том числе:									
- I (окислительного) типа, мкм	25.1 ± 0.3[b]	25.0–26.0	25.0	22.0 ± 1.0[b]	20.0–23.0	22.0	21.7 ± 2.9[a]	20.0–25.0	20.0
- промежуточного типа, мкм	35.0 ± 0.0[a]	35.0–35.0	35.0	35.6 ± 0.5[a]	35.0–36.0	36.0	36.0 ± 1.0[a]	35.0–37.0	36.0
- II (гликолитического) типа, мкм	44.4 ± 1.7[b]	40.0–45.0	45.0	49.3 ± 1.9[a]	45.0–50.0	50.0	48.3 ± 7.6[a]	40.0–55.0	50.0

Окончание таблицы 21.

Показатель	Без миопатии (n = 8)			С умеренно выраженной миопатией (n=7)			С выраженной миопатией (n = 3)		
	x ± SD	Описательная характеристика или Минимум-максимум	Медиана	x ± SD	Описательная характеристика или Минимум-максимум	Медиана	x ± SD	Описательная характеристика или Минимум-максимум	Медиана
Доля волокон II типа, %	77.3±0.8[b]	76.3–78.5	76.9	79.4 ± 2.4[b]	76.6–83.7	78.6	83.3 ± 2.1[a]	81.8–85.7	82.5
Доля волокон промежуточного типа, %	13.1±1.0[b]	11.1–14.4	13.4	12.5 ± 2.1[ab]	10.2–15.6	11.9	9.8 ± 1.2[a]	8.5–10.5	10.5
Доля волокон I типа, %	9.6±0.6[b]	8.7–10.7	9.5	8.09 ± 1.6[b]	6.1–9.7	8.1	7.4 ± 1.5[a]	5.8–8.8	7.7

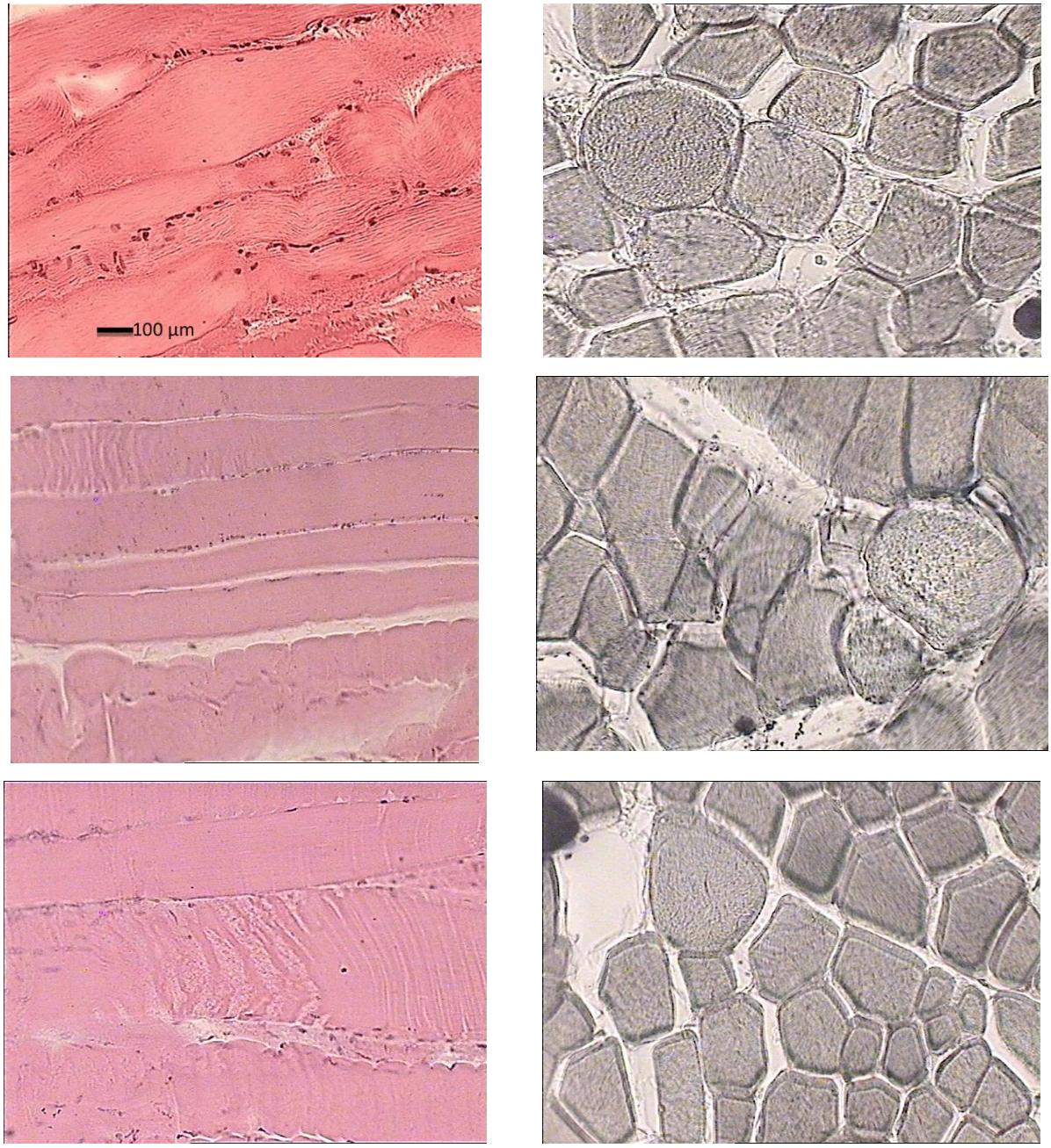
Примечание: a, b, c - различия между мышечными тканями достоверны при P <0.05.



a b

Рисунок 45 - Микроструктура образцов мышечной ткани без признаков миопатии (три примера): *a* – продольный срез; *b* - поперечный срез (на поперечном срезе наиболее темное окрашивание характерно для волокон II (гликолитического типа).

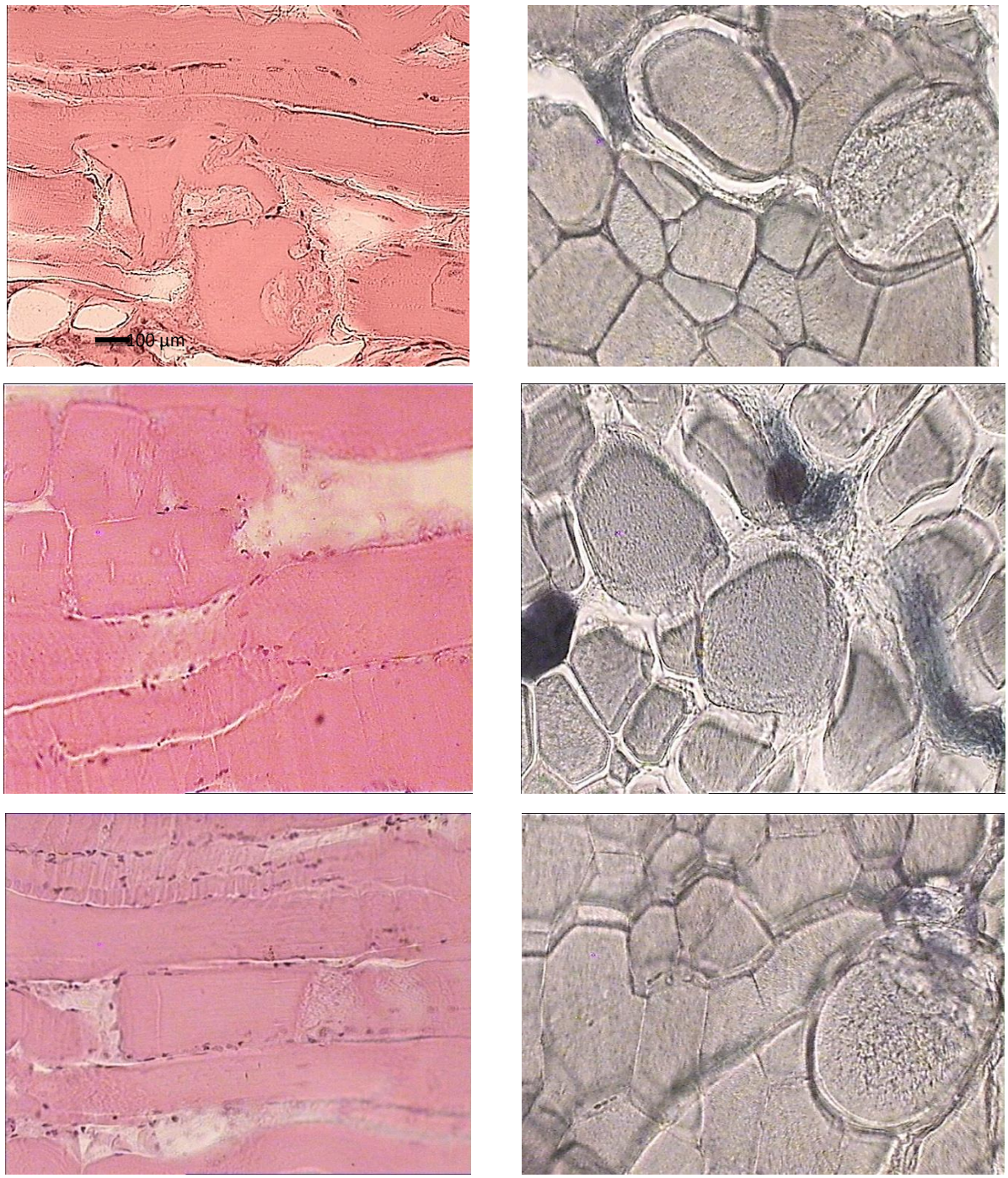
При проведении исследований было установлено, что доля образцов с умеренно выраженной миопатией в общем количестве образцов составила 38.9% (7 из 18 туш). Микроструктура мышечной ткани в таких образцах характеризовалась преимущественно прямыми или слегка волнистыми мышечными волокнами, лежащими свободно по отношению друг к другу. Поперечная исчерченность волокон была выражена. Диаметр волокон был 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 овальной формы с гомогенной структурой или мелкой сближенной поперечной исчерченностью диаметром от 60 до 100 мкм, либо множественные гомогенные поперечные полосы, во всех случаях целостность сарколеммы была сохранена (рис. 45).



a b

Рисунок 46 - Микроструктура образцов мышечной ткани с умеренно выраженными признаками миопатии (три примера):

a – продольный срез; *b* - поперечный срез (на поперечном срезе наиболее темное окрашивание характерно для волокон II (гликолитического типа).



a b

Рисунок 47 - Микроструктура образцов мышечной ткани с выраженными признаками миопатии (три примера):

a – продольный срез; *b* - поперечный срез (на поперечном срезе наиболее темное окрашивание характерно для волокон II (гликолитического типа).

Доля образцов с выраженной миопатией в общем количестве образцов составила 16,7% (3 из 18 туш). 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 выявляются 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 была 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.

Механизм, лежащий в основе удержания воды в свежем мясе, обусловлен структурой мышечной клетки и состоянием ключевых белков, связанных с миофибриллами. Уменьшение количества волокон I (окислительного) типа приводит к снижению функционально-технологических характеристик мясного сырья [Huff-Lonergan and Lonergan, 2007]. В рамках диссертационной работы были проведены исследования по определению функционально-технологических свойств мяса: потерь влаги при охлаждении и при термической обработке и определение влагосвязывающей способности. Исследования по определению функционально-технологических характеристик проводили на образцах, полученных от 18 свиных туш, отобранных случайным образом непосредственно после убоя и исследованных разработанным гистологическим методом на степень выраженности миопатии (табл. 22).

Таблица 22 - 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 охлаж-дении, %	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
Влагосвя-зывающая способ-ность, %	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

Потери при охлаждении для групп без миопатии и с умеренно выраженной миопатией были статистически не значимы ($p=0.182717$), что, очевидно, свидетельствовало о незначительном повреждении мышечного волокна при такой интенсивности проявления признаков миопатии. В тоже время различия в потерях при охлаждении мяса для групп без миопатии и с выраженной миопатией были статистически значимы ($p=0.000018$).

Влагосвязывающая способность у образцов с умеренной выраженной и выраженной миопатией была, в среднем, соответственно, на 4 и 9 % ниже, чем у образцов без миопатии. Статистически достоверные ($p=0.003906$) различия были установлены между образцами без миопатии и с выраженной миопатией.

Важным функционально-технологическим свойством мясного сырья является способность удерживать влагу при тепловой обработке, что позволяет обеспечивать не только высокое качество готовой продукции, но и повышенный выход. Способность мяса удерживать влагу позволяет также минимизировать применение пищевых добавок и немясных ингредиентов.

Сравнительные исследования показали, что наименьшие потери при тепловой обработке были у образцов без миопатии. У образцов с умеренной и выраженной миопатией потери при тепловой обработке были, соответственно, на 7 и 9 % выше. Статистически достоверные различия были 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 [Joo S.T. et al, 2013]. 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. Было проанализировано 1202 публикации, содержащих слова «окисление белков мяса». Для этого использовали англоязычный инструмент Scanbious

[ScanBIOus, 2020], с помощью которого 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. 48).

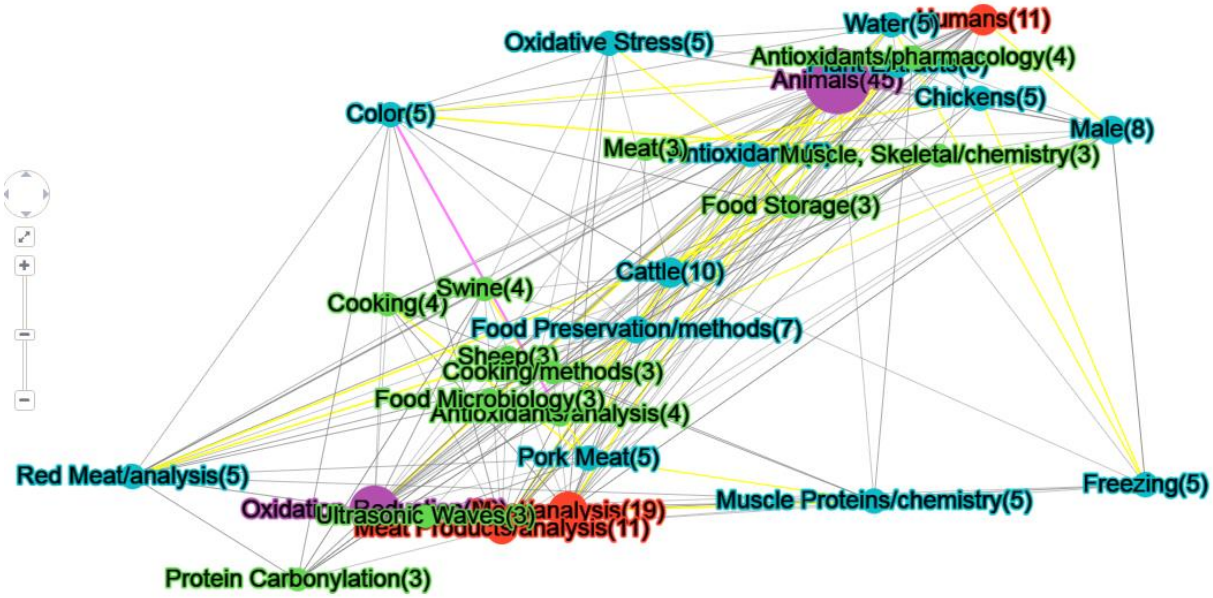


Рисунок 48 - Семантическая карта взаимосвязи окисления белков с другими понятиями, отражающими направления научных исследований в мире

Согласно полученным результатам, наиболее актуальными, вызывающими наибольший интерес научного сообщества, были следующие направления исследований – изучение окислительных процессов в свинине а) в зависимости от пола животного, б) при изменении термического состояния (замораживания), в) в процессе тепловой обработки, что и определило выбор направлений дальнейших исследований в настоящей работе.

Отбор проб для исследований проводили на промышленных предприятиях из партий туш с преобладанием умеренно выраженной миопатии.

Результаты проведенных сравнительных исследований накопления карбонильных соединений в свинине в зависимости от способов оглушения и пола животных результаты исследования образцов приведены на рисунке 49.

В ходе исследования было отмечено, что наибольшее содержание карбонильных соединений 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.

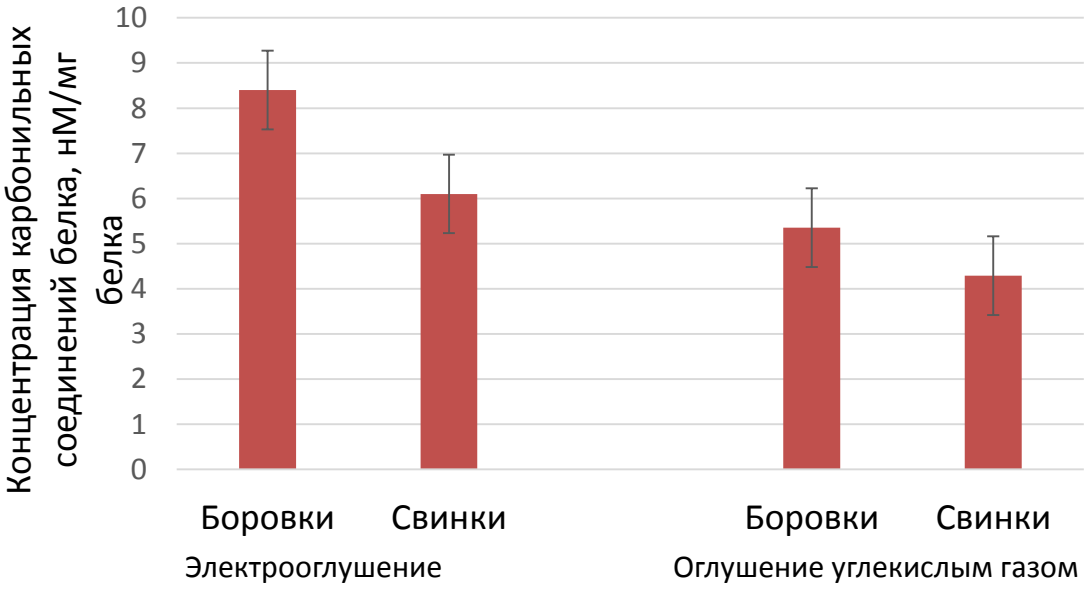


Рисунок 49 – Концентрация карбонильных соединений в свиной мышечной ткани (*m. L. dorsi*), отобранной от туш боровков и свинок, подвергнутых убою с использованием различных способов обездвиживания

Далее проводили изучение влияния различных этапов технологического процесса переработки свинины (нарезка, измельчение, замораживание, варка) на накопление карбонильных соединений в мышечной ткани свинины.

В ходе исследования было отмечено, что уже через 3 месяца хранения свиных полутуш при температуре минус 18 °С наблюдалось увеличение содержания карбонильных соединений. К концу хранения, через 6 месяцев, содержание карбонильных соединений увеличилось на 6,66 % по отношению к начальному уровню.

Как известно, процессы переработки мясного сырья сопровождаются значительными биохимическими изменениями не только белков, но и жиров.

С целью изучения влияния технологических факторов при переработке мясного сырья на процессы окисления жиров и белков были выработаны и исследованы образцы полуфабрикатов, подвергнутые: а) нарезке (порционный полуфабрикат - шницель); б) измельчению в волчке (рубленый полуфабрикат - фарш); в) измельчению в волчке, смешиванию при приготовлении фарша, формованию в оболочку (рубленый формованный полуфабрикат – купаты). Все образцы были исследованы с определением показателей окислительной порчи жиров и белков (табл. 23).

Таблица 23 – Результаты исследования показателей окислительной порчи полуфабрикатов

Наименование показателей	Наименование образцов (способы примененной технологической обработки)		
	Шницель (нарезка)	Фарш (измельчение в волчке с диаметром отверстий 3 мм)	Купаты (измельчение в волчке с диаметром отверстий 3 мм, смешивание /приготовление фарша/ и формование)
Кислотное число, мгКОН/г	1,21±0,12	1,93±0,19	1,93±0,90
Перекисное число, ммоль O_2/кг	4,78±0,48	5,36±0,27	7,00±0,35
Тиобарбитуровое число, мгМА/кг	0,0156±0,0015	0,0390±0,0390	0,1170±0,0120
Концентрация СО-групп, нмоль/мг белка	6,15±0,02	8,76±0,02	11,45±0,03

Как видно из данных, представленных в таблице 23, образцы рубленых полуфабрикатов характеризовались более высокими значениями показателей окислительной порчи жиров и белков. Было отмечено, что только в результате измельчения в волчке, которое, как правило, сопровождается локальными участками и общим повышением температуры сырья, кислотное число увеличилось на 59,5%, перекисное число – на 12,1%, тиобарбитуровое число – в 2,5 раза. При этом, концентрация карбонильных групп возросла на 42,3%.

Дальнейшее перемешивание с рецептурными ингредиентами с целью приготовление фарша для купат и формование в оболочку привели к увеличению перекисного числа на 46,4% (к исходному уровню),

тиобарбитуровое число возросло в 7,5 раза, кислотное число – не изменилось. Однако концентрация карбонильных групп увеличилась на 86,2% к исходному содержанию в мясном сырье.

Последующее хранение образцов рубленых полуфабрикатов в охлажденном виде при температуре 2±2 °С в течение 3 суток привело к дальнейшему увеличению содержания карбонильных соединений в среднем на 12,3%.

Таким образом, свинина, полученная от современных гибридных животных с умеренно выраженной миопатией, не имеет 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 даже до проведения технологических операций. В свою очередь окисление белков приводит к потери их функциональных свойств при умеренных значениях pH мышечной ткани.

Ниже приведены результаты еще одного эксперимента, целью которого являлось изучение влияния тепловой обработки (варки) на интенсивность протекания окислительных процессов в образцах свинины (*m. L. dorsi*). Для этого были взяты образцы, не подвергнутые тепловой обработке, и прошедшие тепловую обработку до достижения температуры в центре образцов 37 и 72 °С. В образцах определяли содержание карбонильных групп (рис. 41), а также оценивали содержание свободных аминокислот, в том числе наиболее чувствительных к окислительным реакциям (лизин, аргинин, гистидин и пролин), способных участвовать в образовании карбонилов (табл. 24).

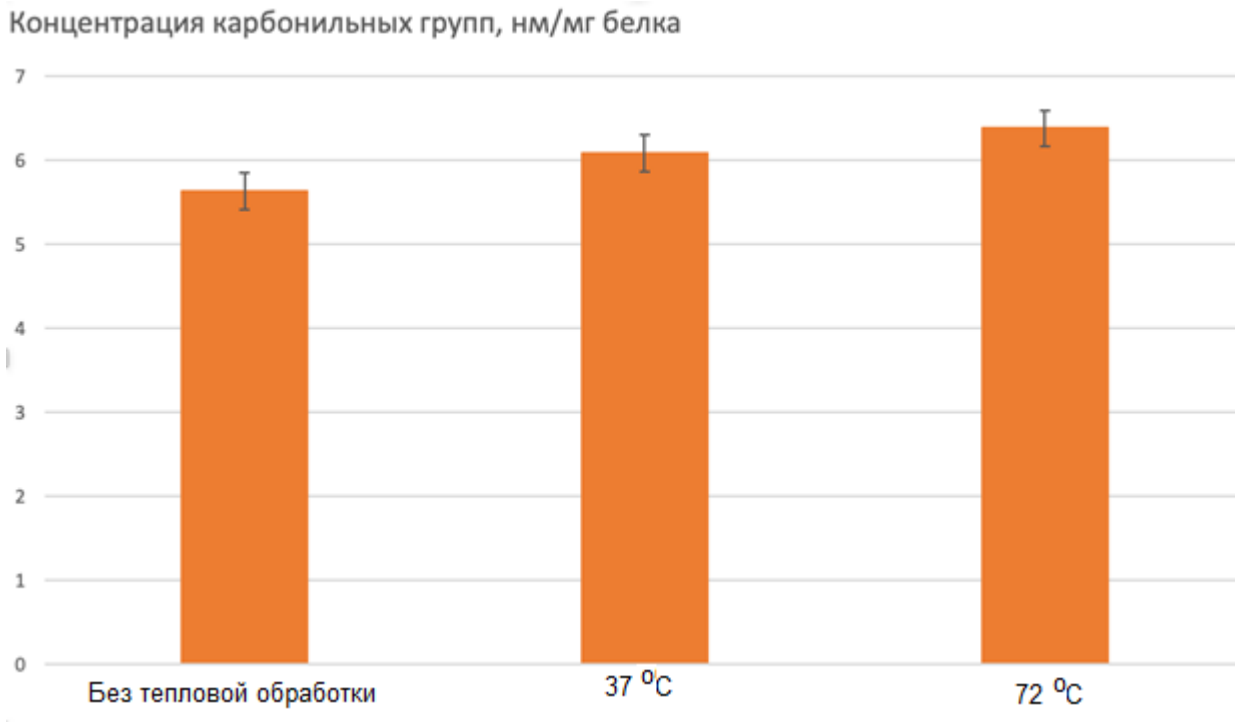


Рисунок 50 – Содержание карбонильных соединений в свинине в зависимости от температуры нагрева образца

Полученные данные, представленные на рисунке 50, показали, что концентрация карбонильных соединений увеличивалась при нагревании до 37 и 72 °C, соответственно, на 7,4 и 11,8% . Тепловая обработка способствовала денатурации миоглобина, а окислительное расщепление пигмента гематина приводило к высвобождению железа из молекулы гема, которое способствовало образованию свободных радикалов, участвующих в окислении жиров и белков.

Таблица 24 – Содержание свободных аминокислот в свинине в зависимости от температуры нагрева образца

Наименование аминокислоты	Массовая доля аминокислоты, г/100 г белка, в зависимости от тепловой обработки		
	Без тепловой обработки (сырое мясо)	Варка до температуры в центре 37 °С	Варка до температуры в центре 72 °С
Аспарагиновая кислота	0,016±0,003	0,014±0,002	0,039±0,006
Глутаминовая кислота	0,053±0,008	0,050±0,008	0,018±0,003
Серин	0,016±0,003	0,014±0,002	0,007±0,001
Гистидин	**0,017±0,003**	**0,016±0,002**	**0,007±0,001**
Глицин	0,017±0,003	0,019±0,003	0,015±0,002
Треонин	0,010±0,002	0,011±0,002	0,006±0,001
Аргинин	**0,303±0,046**	**0,256±0,036**	**0,119±0,018**
Аланин	0,066±0,011	0,062±0,009	0,085±0,013
Тирозин	0,007±0,001	0,006±0,001	0,006±0,001
Цистин	0,002±0,0003	0,002±0,0003	0,003±0,0003
Валин	0,016±0,003	0,012±0,002	0,009±0,001
Метионин	0,009±0,002	0,009±0,001	0,006±0,001
Фенилаланин	0,024±0,004	0,020±0,003	0,016±0,002
Изолейцин	0,023±0,004	0,018±0,003	0,013±0,002
Лейцин	0,035±0,006	0,032±0,005	0,026±0,004
Лизин	**0,106±0,016**	**0,100±0,015**	**0,067±0,010**
Пролин	**0,029±0,005**	**0,031±0,005**	**0,031±0,005**
Всего	***0,749±0,122***	***0,672±0,099***	***0,473±0,071***

Результаты исследования, представленные в таблице 24, показали, что тепловая обработка до 72 ^{o}С приводила к утрате свободных аминокислот – гистидина, аргинина, лизина, соответственно, на 58,8, 60,7 и 36,8 % от исходного уровня. Уровень содержания пролина, основной аминокислоты белков стромы, не изменялся. В целом, содержание свободных белков при нагревании до 72 ^{o}С снизилось на 36,8%, причем на 10,3 % по достижению температуры 37 ^{o}С.

Таким образом, проведенные исследования показали, что современная свинина, получаемая от гибридных интенсивно растущих животных, является мясным сырьем с достаточно стабильным pH, но с широким варьированием

функциональных характеристик. Кроме того, современную свинину следует отнести к высоко лабильному сырью, способному к значительным изменениям состава в результате накопления продуктов окисления жиров и белков. Учитывая тот факт, что доля свинины с выраженной (16,7%) и умеренно выраженной (38,9%) миопатией составляет 55,6%, выделение туш без признаков без признаков миопатии (44,4%) имеет практическое значение для предприятий, как с точки зрения оценки качества, так и с целью определения направлений использования, а также, в дальнейшем, выбора корректирующих и предупреждающих мероприятий. В этой связи, был разработан способ оценки качества свинины, основанный на гистологическом исследовании мышечной ткани, отобранной от свиных полутуш в парном или а охлажденном состоянии. Подана заявка на патент (приложение В). Утверждены соответствующие методические рекомендации по применению данного способа (приложение Б).

ГЛАВА 6. ВЫЯВЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ УБОЕ И ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ СВИНЕЙ

Проведенная ранее оценка объемов производства пищевого сырья, получаемого от убоя и первичной переработки гибридных интенсивно растущих свиней, характерных для современного свиноводства, показала, что с увеличением производства свинины, происходит и закономерное увеличение объемов образования побочных продуктов убоя. Разумное использование всех продуктов убоя обеспечит снижение затрат предприятий по убою, снижение нагрузки на окружающую среду и повышение ценных ресурсов белка для питания возрастающего населения планеты. Необходимость повышения сбора и использования субпродуктов на пищевые цели признана во всем мире. Это подтверждается и увеличением количества научных публикаций по данной теме (рис. 51).

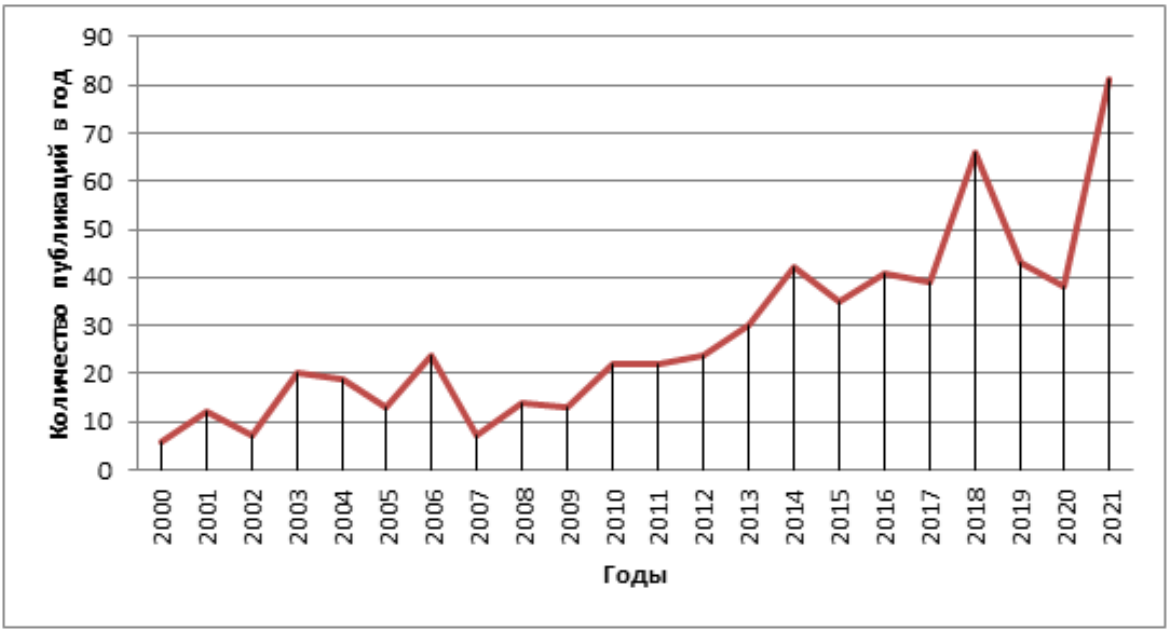


Рисунок 51 - Рост количества научных публикаций с ключевыми словами «pork offal» и «nutritional value» (свиные субпродукты и пищевая ценность). По данным сайта sciencedirect.com.

Одновременно с этим, повышается значимость безопасность такой продукции, поскольку, субпродукты как продукты убоя контаминированных

животных могут являться источником новых бактериальных агентов, влияющих на снижение безопасности мясной продукции. Об актуальности этой проблемы также свидетельствует рост количества публикаций, связанных с выявлением патогенов в субпродуктах (рис. 52).

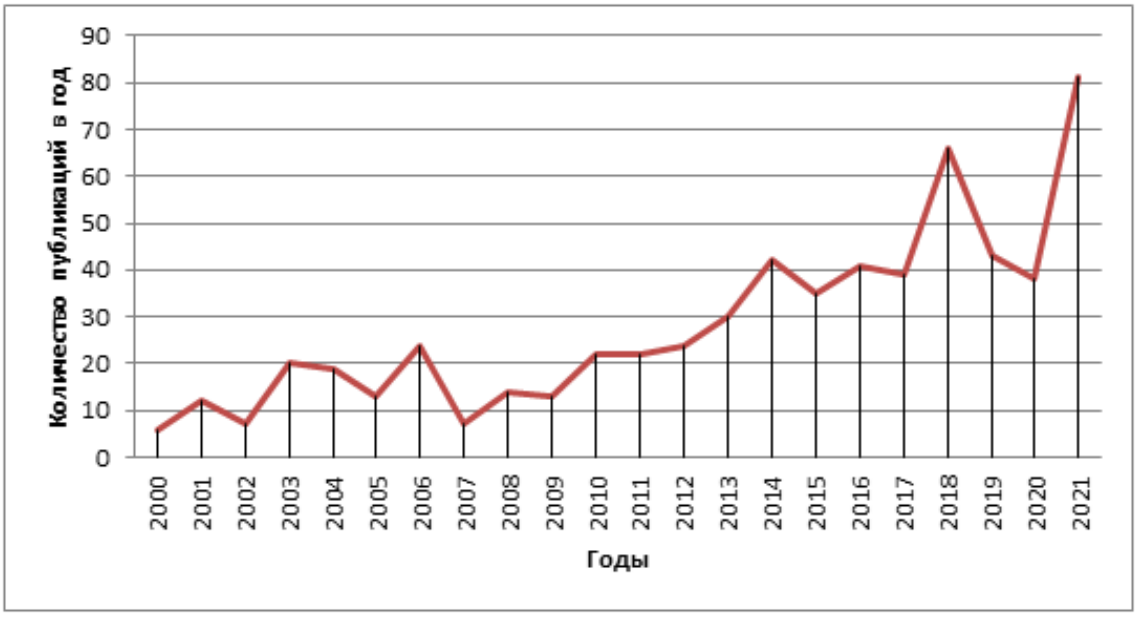


Рисунок 52 - Рост количества научных публикаций с ключевыми словами «pork offal» и «pathogens» (свиные субпродукты и патогены). По данным сайта sciencedirect.com.

Микробиологическая угроза распространения патогенов с продуктами убоя настолько высока, что Научный комитет ЕС по ветеринарным мерам, связанным с общественным здравоохранением [SCVMRPH, 2000 ; SCVMRPH, 2001], рекомендовал избегать обязательной пальпации и разрезов органов и тканей убитых свиней, чтобы свести к минимуму перекрестное заражение мяса и продуктов убоя при проведении ветеринарной инспекции [Buncic S. et al, 2019].

Согласно литературным данным, в том числе, приведенным ранее, наибольший риск распространения с продуктами убоя: субпродуктами и мясом свинины представляют следующие микроорганизмы - *Salmonella spp, Listeria spp., Yersinia spp, Campylobacter spp*, а также вирус гепатита Е.

В соответствии с российским законодательством из перечисленных патогенных микроорганизмов при выпуске субпродуктов и мяса в реализацию контролируют только сальмонеллы и *Listeria monocytogenes*.

Согласно результатам исследования, проведенного в 2010 году на предприятиях Германии, риск частоты выявления *Salmonella* в мясе гораздо ниже, чем в различных видах субпродуктов свинины [Meyer C. et al, 2010]. Известно, что микроорганизмы рода *Salmonella* колонизируют желудочно-кишечный тракт животных без каких-либо клинических или патолого-анатомических признаков [Botteldoorn N., et al, 2003, Fehlhaber K. et al, 1996, Wong T. L., et al, 2007, Arguello H. et al, 2013]. В связи с этим, риск заражения мяса и субпродуктов присутствует во время убоя и первичной переработке животных. В результате масштабного исследования, проведенного в Германии, сальмонелла была обнаружена у 7,5% свиных языков, 5,5% свиной печени, 3,5% свиного сердца, 1,7% свиных туш. Не контаминированными сальмонеллой оказались лишь свиные почки и легкие. В качестве одной из причин частого обнаружения сальмонелл при исследовании свиных языков была отмечена возможность перекрёстной контаминации во время убоя [Meyer C. et al, 2010].

Исследования, проведенные в Соединенных Штатах, показали, что действительно наибольшая частота выявления сальмонелл была отмечена у образцов кишечника - до 46%, что не является неожиданным результатом, так как сальмонеллы представляют собой обычный микроорганизм для нормальной микрофлоры кишечника. В тоже время факт, присутствия сальмонеллы в кишечнике, должен настораживать, так как, вероятно, кишечник служит источником заражения других тканей при проведении процессов по убою и первичной переработке животных [Erickson A. et al, 2017].

Известно, что *Listeria monocytogenes* - патоген пищевого происхождения, контаминант пищевого сырья и продуктов в процессе их производства, хранения, реализации и потребления. Было исследовано

985 образцов свинины и свиных субпродуктов на наличие *L. monocytogenes*. Положительные результаты анализов на *L. monocytogenes* дали 17% исследованных субпродуктов и 10% свиных отрубов. Таким образом, было установлено, что риск передачи *L. monocytogenes* с субпродуктами выше, чем с мясом [Meyer C. et al, 2011].

Иерсиниоз является третьим наиболее часто регистрируемым зоонозом в Европейском Союзе, а *Yersinia enterocolitica* - наиболее распространенным видом, вызывающим инфекции у человека. Предполагается, что именно свиньи являются основным резервуаром патогенных для человека *Y. enterocolitica*, которые содержатся, главным образом, в миндалинах и в кишечнике свиней. В связи с этим, свинина и свиные субпродукты рассматриваются, как основной источник контаминации человека *Y. enterocolitica*. Было проведено исследование свиных субпродуктов (50 языков, 50 сердец) и свиного фарша (93 образца), приобретенных в торговой сети на территории Чешской Республики, на предмет выявления контаминации *Y. enterocolitica*. Самая высокая распространенность патогенного микроорганизма *Y. enterocolitica* была установлена для свиных языков (40,0%), затем следовали свиные сердца (18,0%) и самая низкая частота выявления была отмечена в свином фарше (17,2%). [Lorencova A., Slany M., 2016].

Исследования, проведенные в 4-х торговых сетях Латвии, также показали высокую частоту выявления *Y. Enterocolitica* в свиных субпродуктах по сравнению со свиным фаршем. Этот патоген была выделен в образцах фарша из свинины в одном из четырех супермаркетов, тогда как образцы пищевых субпродуктов были положительными в двух из трех магазинов. Был сделан вывод о повышенном уровне риск возможной контаминации потребителей при покупке свиных субпродуктов [Terentjeva M., Berzinš A., 2013].

Проведено исследование по оценке частоты выявления *Campylobacter* в образцах свинины и субпродуктов свиных, полученных с предприятий в

Южной Корее. В результате было установлено, что 5% проб свинины были положительны на наличие *Campylobacter*, а оценка свиных субпродуктов показала, что этим патогеном были контаминированы 20% от общего объема исследованных образцов, главным образом, кишечник и сердце [Jung-Whan C. et al, 2016]. Согласно другим исследованиям, была показана контаминация *Campylobacter* 18,3% пищевых субпродуктов, в основном, печени, почек и сердца [Little C.L. et al, 2008].

Анализ результатов исследований ученых разных стран мира по выявлению патогенных микроорганизмов при исследовании свинины и свиных субпродуктов показал, что риск распространения патогенных микроорганизмов с употреблением в пищу свиных субпродуктов выше, чем при потреблении свинины. Вместе с тем, представлялось важным провести подобные исследования на отечественных предприятиях.

6.1 Оценка уровня контаминации свиных субпродуктов патогенными микроорганизмами

Выбор субпродуктов для проведения собственных исследований, был обусловлен результатом анализа работ по частоте выявления патогенных микроорганизмов в субпродуктах, проведенных в разных странах мира.

Для исследования были выбраны – язык, печень, почки, сердце и головы. Отбор субпродуктов был организован 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. Результаты исследования приведены в таблица 25.

Полученные результаты, приведенные в таблице 25, показали, что *L. monocytogenes*, не были выявлены ни в одном из исследованных образцов субпродуктов. В тоже время микроорганизмы рода *Salmonella spp* была выявлены практически в языках, печени и головах. Количество случаев выявления *Salmonella spp* в печени была несколько больше, чем в свином

языке и голове, что могло быть результатом перекрестной контаминации при выделении ливера. По данным зарубежных исследований *Salmonella spp* выявлялась не только в печени, но и почки [Ge Zhao et. al, 2020].

Campylobacter spp был 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 никогда не обнаруживается, поскольку не развивается при низких температурах, низкой влажности [Pearce et al., 2003]. Стоит отметить, что низкая частота выявления *Campylobacter spp* и только на одном объекте исследования могла быть связана с трудностями его идентификации. Так, частота выявления *Campylobacter spp* в свиной печени в странах Евросоюза варьирует от 6% [Moore J.E., Madden R.H., 2003] до 27% [Niemann J.-K., et al., 2016] непосредственно после ее выделения из туши и до 71,7% для печени в розничной продаже [Kramer J. M. et al, 2000].

S.aureus, который является грамположительной бактерией, был выявлен только в свином языке в 10% исследованных образцов. Обнаружение *S.aureus* в языке может быть объяснено тем, что он может развиваться в носовых пазухах животных [Lowy F. D., 1998].

E.coli были заражены печень, почки и сердце, причем в наибольшем количестве - образцы печени. *E.coli* в течение многих лет использовалась, как индикатор фекального загрязнения и возможного присутствия кишечных патогенов [Ghafir Y. et al, 2008, Ray B., 2004]. В связи с этим, *E.coli* также используется в качестве показателя санитарно-гигиенического состояния производства. В отличие от *Salmonella spp,* она всегда присутствует в желудочно-кишечном тракте свиней. Ряд исследований показал, что повышенный уровень *E. coli* коррелирует с повышенной вероятностью

одновременного обнаружения сальмонелл [Delhalle L. et al, 2008, Ghafir Y. et al, 2008].

Таблица 25 - 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).

Примечание.

* - в скобках указан процент контаминированных образцов.

В тоже время, по другим данным информация о связи между количественным уровнем заражения кишечной палочкой и потенциальным присутствием и количеством *Salmonella spp* не подтверждена [Mette A. et. al, 2017]. Согласно результатам, полученным в рамках данной работы, также не установлена зависимость между обнаружением *E. coli* и *Salmonella spp* в различных видах субпродуктов.

Pseudomonas spp – являются психротрофными грамотрицательными микроорганизмами, влияющими на качество и срок годности мясной продукции при аэробном хранении [Coates K.J. et al, 1995, Widders P. R. et al, 1995]. В 70% образцов свиной печени были выявлены *Pseudomonas spp*. Псевдомонады были выявлены также в смывах с почек и свиных голов.

При проведении исследований в 2-х образцах свиных почек (10%) были обнаружены *Klebsiella spp* и *Ewingella americana*.

Klebsiella spp имеют две среды обитания: одна — окружающая среда, где они встречаются в поверхностных водах, сточных водах, почве и на растениях, а другая — поверхности слизистых оболочек млекопитающих - людей, лошадей или свиней, которых они колонизируют. В этом отношении род *Klebsiella* подобен *Enterobacter* и *Citrobacter*, но отличается от *Shigella spp* или *E. coli*, которые распространены у людей, но не в окружающей среде. *Klebsiella* является условно-патогенным микроорганизмом. Однако она может вызывать тяжелые заболевания, такие как септицемия, пневмония и инфекции мягких тканей. Сообщалось также, что *Klebsiella spp*. вызывают 8% всех внутрибольничных бактериальных инфекций в США и Европе. Этот микроорганизм хорошо известен большинству клиницистов как причина внебольничной бактериальной пневмонии [Podschun R., Ullmann U., 1998].

Ewingella americana -это грамотрицательная, ферментирующая лактозу, оксидазоотрицательная и каталазоположительная бактерия, которая была впервые описана, как новый род и вид семейства *Enterobacteriaceae* в 1983 году. В настоящее время неизвестно, является ли она истинным патогеном или оппортунистическим инфекционным агентом. Ее, как и

Klebsiella, относят к возбудителям внутрибольничных инфекций [Susanna Esposito S. et. al, 2019]. Опираясь на последние исследования, выполненными китайскими учеными, было сделано следующее предположение: наличие в свиных почках этого возбудителя свидетельствовало о том, что животное могло перенести соответствующее заболевание при жизни. Согласно китайским исследователям, у инфицированных животных *Klebsiella,* они выявляется в почках и в селезенке [Zhao G. et. al, 2020].

В ходе выполнения исследования было установлено, что бактерии рода *Clostridium* присутствовал в печени и почках. Это также указывало на возможную контаминацию этих субпродуктов с туш. Ряд исследователей указывали на возможность обнаружения бактерий рода *Clostridium* в воде, находящейся в шпарильных чанах [Bauerl F. T. et al, 1981]. В частности, было установлено, что, если период между обескровливанием и погружением в шпарчан слишком короткий, нервная система животного все еще способна реагировать на раздражители, и погружение вызывает рефлекторный вдох, вследствие чего зараженная вода может попасть в кровеносную систему и, таким образом, распространиться по туше [Thornton H., 1974]. Другая причина обнаружения *Clostridium* на субпродуктах могла быть обусловлена возможностью его присутствия в печени внешне здоровых животных [Canada J. C. et al, 1964].

Стафиллококки были обнаружены, соответственно, в 30% языков и 40% голов. В этот род входят патогенные и условно патогенные виды. Обнаружение их в указанных субпродуктах соответствует 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. Все представители этого рода способны вызывать заболевания человека, например, гнойные инфекции [Wong D. et al, 2017].

Аэромонады также были обнаружены в почках и печени. Контаминация *Aeromonas spp* печени подтверждается также китайскими исследователями [Zhao G. et. al, 2020]. Эти микроорганизмы считаются потенциальным кишечным возбудителем пищевого происхождения, вызывающим легкую, самокупирующуюся диарею и периодическую рвоту, в основном, у очень маленьких детей, пожилых людей или у пациентов с ослабленным иммунитетом [Stelmd G. N., 1989, Kirov S. M., 1993]. Документально подтверждено, что некоторые штаммы видов рода *Aeromonas* обладают свойствами, необходимыми для энтеропатогенных бактерий, такими как способность колонизировать кишечник и продуцировать экзотоксины [Kirov S. M., 1993]. Возможно, только некоторые штаммы могут представлять опасность для здоровья человека. Помимо проявления патогенных свойств, *Aeromonas spp.* являются микроорганизмами порчи пищевых продуктов [Kirov S. M., 1993]. *Aeromonas spp.* были выделены из фекалий животных: 8,8% образцов фекалии свиней являлись положительными [Gray S. J., Stickler D.J., 1989]. *Aeromonas spp.* не переживают процесс ошпаривания из-за низкой термостойкости [Nishikawa Y. et al, 1993]. Однако *Aeromonas spp.* были обнаружены в больших количествах в оборудовании для обработки туш свиней, например, в таком, как машины для удаления щетины, а также на сетчатых перчатках, защищающих руки рабочих от порезов при работе с ножом [Gill C.O., Newton K.G., 1977, Gill C.O., Jones T., 1995]. Влажные органические загрязнения и не просыхающие поверхности являются прекрасными условиями для их роста. По мнению некоторых ученых *Aeromonas spp.* можно использовать в качестве индикатора при оценке санитарно-гигиенического состояния технологического и вспомогательного оборудования, инвентаря, спецодежды и средств индивидуальной защиты рабочих. Повышенный уровень *Aeromonas spp.* должен свидетельствовать о необходимости переоценки

процедур очистки, мойки и дезинфекции на предприятии [Botcha E. et. al, 1996].

Проведенные исследования показали, что выявление патогенных и условно патогенных микроорганизмов при исследовании субпродуктов в условиях отечественных предприятиях носит достаточно регулярный характер, что свидетельствует о наличии риска распространения микроорганизмов с субпродуктами. Наиболее контаминированными, по количеству выявленных родов микроорганизмов и по частоте выявления отдельных родов, были признаны печень и почки. В отношении большинства микроорганизмов, выявленных на субпродуктах, необходимо констатировать в качестве причин выявления перекрестную контаминацию в процессе первичной переработки животных и санитарно-гигиенические условия производства. Наличие некоторых видов микроорганизмов на субпродуктах могло быть также обусловлено контаминацией самых животных. В общем случае, результаты данного исследования свидетельствовали о возможном распространении патогенных микроорганизмов, опасных для человека, с субпродуктами.

6.2 Оценка возможных путей контаминации субпродуктов патогенными и условно патогенными микроорганизмами

Для оценки возможных путей контаминации свиных субпродуктов на промышленных предприятиях были проведены комплексные микробиологические исследования, включавшие отбор смывов с поверхности туш и субпродуктов, а также ряда технологических объектов и абиотических поверхностей, и дальнейшую идентификацию с использованием методов микробного профилирования.

Согласно результатам, описанным в разделе 6.1, в качестве объектов исследований были выбраны печень и почки, как наиболее контаминированные субпродукты. Печень отбирали в парном виде, иначе

говоря, она могла содержать только микрофлору, попавшую на нее в результате проведения операций по нутровке и выделению ее из комплекта красных органов. Почки не выделяли, оставляя их на парных полутушах. Полутуши с почками направляли на охлаждение. Правые полутуши через 24 часа после убоя направляли в сырьевой цех, выделяли почку 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. Результаты исследований по идентификации представителей микрофлоры полутуш, печени и почек приведены в таблице 26.

Для исследований возможных путей контаминации также были выбраны следующие объекты производственной среды – вода из шпарильного чана, чаша для сбора и транспортирования внутренних органов после их выделения, стол для обработки почек, стерилизатор ножей, смазка конвейера туш, кафельная стена холодильника в камере охлаждения полутуш. Результаты исследования разнообразия микрофлоры этих объектов приведены в таблице 27.

Таблица 26 - 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 26.

	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 26.

	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 26.

	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	

Примечание.

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

При исследовании полутуш, печени и почек было идентифицировано 32 рода микроорганизмов, представленных 75 видами.

На свиных полутушах было 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. Последнее позволяет предположить, что 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, что имела место общая контаминация полутуш и печени, возможно, в результате санитарно-гигиенического состояния производства.

Микроорганизмы рода *Aeromonas spp* были представлены на тушах и субпродуктах 4 видами - *A.molluscorum, A.salmonicida* и еще двумя видами, не изентифицированными до видового названия. Выявленные аэромонады (2 вида) присутствовали на полутушах и на почках. На печени был выявлен другой вид *A.hydrophila*. Через 48 часов холодильного хранения полутуш аэромонады уже не выявлялись, вероятно, в связи с подсыханием поверхности полутуш.

Род *Arthrobacter* spp через 24 часа после убоя был представлен на поверхности полутуш 4-мя видами, из которых только один вид (*Ar.polychromogenes*) был выявлен через 48 часов после убоя. На печени микроорганизмы этого рода не идентифицированы, а микрофлора почек имела в своем составе вид, который не был обнаружен на поверхности туш.

Род Acinetobacter spp был представлен 2 видами, причем *Ac.baumannii*, обнаруженный на полутуше через 48 часов после убоя, относится к опасным возбудителям внутрибольничных исследований, и вероятнее всего, его обнаружение являлось следствием контаминации уже в процессе охлаждения мяса. На почках был выявлен другой вид *Ac.johnsonii*, условно патогенный микроорганизм, часто выделяющийся из пищевых продуктов.

Род *Bacillus spp*, по всей видимости, не представлял никакой угрозы, было идентифицировано 2 вида *B.coagulans и B.sonorensis* только на полутушах через 24 часа после убоя.

Следующий род *Brochothrix spp* был представлен одним видом - *Br.thermosphacta* – типичным микроорганизмом порчи. Заражение этим видом, очевидно, произошло не сразу после убоя (на печени не обнаружен), а в результате контаминации из производственной среды.

Род *Burkholderia spp* был представлен одним солеустойчивым видом *Burkholderia cepacia*, к тому же являющимся условно патогенным микроорганизмом. Этот вид был обнаружен только на полутушах через 48 часов после убоя и на почках, что позволило сделать вывод об их контаминации из производственной среды.

Было выявлено достаточно большое разнообразие кандид, из них *C.lambica* была обнаружена везде, кроме печени. Известны несколько случаев, когда этот микроорганизм был причиной заболеваний человека. [Vervaeke S. et al, 2008].

На парной печени были выделены *Cl. tertium* и *Car. maltaromaticum*. Первый является специфичным патогеном человека, способным вызывать тяжелые септические инфекции, пневмонии, поражения слизистой желудочно-кишечного тракта и пр. Второй – является микроорганизмом порчи, способным расти при различных температурах, концентрациях NaCl и значениях pH, а также в условиях вакуума, проявляя липолитическую и протеолитическую активность [Casaburi A. et al, 2011].

Car.maltaromaticum — психотропный вид молочнокислых бактерий, широко встречающийся в пищевых продуктах, в том числе мясе. Этот вид имеет потенциал применения в пищевой промышленности, так как способен подавлять роста некоторых пищевых патогенов, таких как *Listeria spp.* Эта молочнокислая бактерия также может использоваться в качестве биологического индикатора в интеграторах время-температура (TTI): «умные

метки», которые отслеживают историю времени-температуры охлажденных продуктов по всей холодильной цепи [Puentes C. et. al, 2021].

Род *Enterobacter spp* на всех объектах был представлен, главным образом, видом *Ent. cloacae*. Этот патоген вызывает у человека различные инфекции, в том числе дисбаланс кишечной микробиоты, может способствовать развитию метаболических заболеваний [Meiyu J. et al, 2022]. В процессе хранения мяса с 24 до 48 часов его выявляемость возросла в 2 раза.

Были выявлены *Ent. faecalis* и *E.coli,* наличие которых могло свидетельствовать о загрязнении содержимым желудочно-кишечного тракта. Фекальные энтерококки являются одним из наиболее патогенных видов. В этом исследовании они были выявлены только на полутушах, в отличие от *E.coli,* которая была обнаружена и на субпродуктах.

Ew. americana показала в этом эксперименте очень высокую выявляемость. Ею были контаминированы 50% полутуш через 24 часа и 80% полутуш через 48 часов после убоя, а также почки. На парной печени этот микроорганизм не присутствовал, что свидетельствовало о контаминации после убоя и нутровки.

Род Klebsiella spp был представлен *Kl. oxytoca*, который выявлялся на полутушах через 48 часов после убоя и на почках. Этот микроорганизм обитает на слизистых человека, может быть причиной различных инфекционных заболеваний.

Род Macrococcus принадлежит к семейству Staphylococcaceae и включает грамположительные, каталазоположительные и оксидазоположительные кокки. Хотя макрококки тесно связаны со стафилококками, их обычно не считают патогенами человека. На всех объектах был выделен *Macr. caseolyticus*, наиболее изученный вид рода Macrococcus [Ramos G. L. et. al, 2021]. Этот микроорганизм, имеет технологическое значение и используется для ферментации мяса. Однако в последнее время вызывает обеспокоенность его растущая устойчивость к

антибиотикам, которую он может передать другим микроорганизмам [Ramos G. L. et. al, 2021].

Macr. caseolyticus обычно обнаруживают на поверхности кожи различных млекопитающих, а также в продуктах питания животного происхождения таких, как сырое и пастеризованное молоко, молочные продукты, мясо. До 2018 года не было сообщений о наличии макрококков в клинических образцах человека. Роль макрококков как ветеринарных патогенов в последние годы получает все большее признание. Наиболее изученными видами, связанными с инфекциями животных, являются M. *caseolyticus* и *M. canis*, которые часто выделяют при таких инфекциях, как абсцессы, маститы, отиты и дерматиты у животных [Ramos G. L. et. al, 2021]. Таким образом, наличие на поверхности туш *M. caseolyticus* могло свидетельствовать о наличии инфекций при жизни животных и затем контаминации с очага заражения на субпродукты.

На полутушах был выявлен патоген *Pantoea agglomerans*, способный вызывать внутрибольничные инфекции мочевыводящих и дыхательных путей.

Особенно широко были представлены псевдомонады, вызывающие порчу продуктов – 16 видов, в том числе 6 видов были обнаружены в парной печени. Это свидетельствовало о чрезмерно высокой «населенности» производственной среды этими микроорганизмами, а также подтверждало их способность вытеснять другие микроорганизмы.

Род Pseudomonas включает несколько палочковидных, грамотрицательных, аэробных, мезофильных и психротолерантных бактерий со строго респираторным метаболизмом. Оптимальная температура их роста равна 25 °C, но они могут выживать и при низких температурах [Decimo M. et al, 2014]. Выживаемость данного микроорганизма при повышенных температурных режимах объясняет его наличие только на тушах через 24 часа хранения и на печени, при дальнейшем хранении туш при температуре 2С, они не обнаруживаются ни на их поверхности ни на почках.

Род *Pseudomonas* включает несколько видов, таких как *P. aeruginosa, P. fluorescens* и *P. alcaligens*, все из которых считаются условно-патогенными микроорганизмами для человека. Патогенность проявляется, главным образом, в случаях пациентов с иммунодефицитом и/или внутрибольничными пациентами. Некоторые виды являются патогенными для растений (*P. pseudoalcaligenes, P. savastanoi, P. syringae*) или для животных (*P. anguilliseptica, P. chloraphys, P. aeruginosa*). Хотя большинство видов *Pseudomonas* имеют экологическое происхождение, в пищевых продуктах часто встречаются разные виды, в зависимости от субстрата. На мясе и в цехах по разделке и переработке мяса обычно можно наблюдать *P. fluorescens* и *P. fragi*. Присутствие *P. fluorescens* в пищевых продуктах часто вызывает цветовые изменения из-за ферментативных реакций и образования пигментов. Отмечены случаи, когда заражение *P. fluorescens* на предприятии мясной промышленности происходило от контаминированного этикетировочного оборудования [Circella E. et al, 2020]. *P. fluorescens* и *P. azotoformans* очень редко связаны с патологиями человека. Однако они могут приводить к быстрому ухудшению качества продуктов в результате порчи. *P. fluorescens* очень устойчив в окружающей среде, и его очень трудно уничтожить после внедрения в производственную среду. Как и для *Enterobacteriaceae*, присутствие псевдомонад в продуктах питания следует считать неприемлемыми, поскольку оно делает пищу непригодной для употребления в пищу человеком. Учитывая его высокую приспособляемость и характеристики устойчивости, *P. fluorescens* отнесен к микроорганизмам, с которыми очень трудно бороться после их внедрения в производственную среду [Circella E. et al, 2020].

При проведении исследований на тушах и печени были обнаружены такие виды *Pseudomonas*, такие как *Ps*.fragi, Ps.putida. Исследования свинины в процессе хранения с изучением микроорганизмов, вызывающих порчу, показали, что, рост *Ps. fragi* положительно коррелирует с более высокими концентрациями летучих веществ по сравнению с другими

микроорганизмами порчи [Papadopoulou O. et al, 2020]. Для развития псевдомонад требуется глюкоза, однако, при истощении субстрата, они могут утилизировать и аминокислоты, вызывая характерные неприятные запахи испорченного мяса [Nychas G. J. et al, 1998].

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.

Согласно полученным результатам 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 назвать их в качестве наиболее распространенных в производственной среде уже на первых этапах производства. Из них 4 вида относятся к псевдомонадам, вызывающим порчу. Из 7 видов 3 микроорганизма были обнаружены на всех исследованных объектах - Ent.cloacae, E.coli и Macr.caseolyticus.

Таблица 27 - Идентификация патогенных и условно патогенных микроорганизмов, выделенных из объектов производственной среды (MALDI-TOF) (N=20)

	Род	Вода из шпарчана	Чаша для внутренних органов	Стол для обработки почек	Стерилизатор для ножей	Смазка конвейера туш	Кафельная стена холодильника
1	Aerococcus spp	A. viridans	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
2	Acinetobacter spp	н/о	н/о	н/о	н/о	Ac. lwoffii	н/о
3	Brochothrix spp	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	Br.thermosphacta
4	Candida spp	н/о	C. lambica	C. glabrata	н/о	н/о	C. zeylanoides
5	Carnobacterium spp	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	Carn.divergens
6	Citrobacter spp	н/о	н/о	н/о	Citr.gillenii	н/о	н/о
7	Corynebacterium spp	Cor. xerosis	н/о	н/о	Cor. xerosis	н/о	н/о
8	Cryptococcus spp	н/о	н/о	н/о	н/о	Cr. curvatus	н/о
9	Ewingella spp	н/о	Ew. americana	н/о	н/о	н/о	Ew. americana
10	Lactobacillus spp	L. aviarius	н/о	н/о	L. oris	н/о	н/о
		L. vini	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
11	Macrococcus spp	н/о	н/о	M. caseolyticus	н/о	н/о	н/о
12	Mycobacterium spp	н/о	н/о	н/о	Myc.liquefaciens	н/о	
13	Morganella spp	н/о	н/о	н/о	н/о	Mor. morganii	н/о
14	Pantoea spp	н/о	н/о	н/о	н/о	P. agglomerans	н/о
15	Pseudomonas spp	Ps. lundensis	Ps. fragi	Ps.vancouverensis	Ps. azotoformans	Ps. lundensis	Ps. poae
		н/о	Ps. poae	н/о	Ps. chlororaphis	Ps. putida	н/о
		н/о	н/о	н/о	Ps. fluorescens	н/о	н/о
		н/о	н/о	н/о	Ps. libanensis	н/о	н/о
16	Rhodococcus ssp	н/о	Rh.erythropolis	н/о	н/о	н/о	н/о
17	Serratia spp	S.marcescens	S.marcescens	S. marcescens	н/о	S. marcescens	S. marcescens
18	Staphylococcus spp	н/о	St.haemolyticus	н/о	н/о	н/о	н/о
19	Trichosporon spp	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	Tr. asahii
20	Yarrowia spp	н/о	н/о	н/о	н/о	Y. lipolytica	н/о

	Туши 24, 48 ч, печень, почки
	Туши 24 и 48 часов, почки
	Туши 24 и 48 час, печень
	Туши 24 и 48 часов
	Туши 24 час, печень
	Туши 48 час, печень
	Туши 24 час
	Печень

Примечание. Различным цветом выделены ячейки, содержащие виды микроорганизмов, установленные в полутушах и субпродуктах

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, которые были выделены 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 субпродуктах, псевдомонады были наиболее разнообразной микрофлорой, представленной на объектах производственной среды.

Несмотря на достаточно высокую температуру воды в шпарчане (62-63 ^{o}C), это не оказало негативного влияния на присутствие в ней микроорганизмов. В воде шпарчана было идентифицировано 6 видов микроорганизмов, из них наиболее представленными были псевдомонады и лактобациллы.

Также было отмечено, что, несмотря на то, что кафельная стена располагалась в помещении с низкой положительной температурой, ее микрофлора была представлена 7 видами микроорганизмов.

. В тоже время, большая часть обнаруженных на данном этапе микроорганизмов не были обнаружены на мясном сырье и субпродуктах, за исключением одного вида микроорганизма рода Pseudomonas. В связи с этим, следует данную операцию следует рассматривать, как возможный источник контаминации.

Согласно полученным результатам (табл. 26), только один из трех микроорганизмов, обнаруженных на всех исследуемых биотических объектах, был обнаружен на абиотическом объекте производственной среды - это *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. *Staphylococcus haemolyticus* является вторым наиболее часто выделяемым видом среди коагулазонегативных стафилококков. Этот вид имеет зоонозный характер и распространен как у человека, так и у животных. Зоонозный характер *S. haemolyticus* обосновывается его распространения среди людей, животных и через мясных продукты, готовые к употреблению [Ruzauskas M. et al, 2014].

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

Идентификация микробиологических опасностей при первичной переработке животных является важным аспектом системы ХАССП. Микробиологические риски являются серьезной проблемой при сборе, переработке, хранении и реализации свиных субпродуктов. Выявление таких рисков требует систематических исследований на каждом предприятии отрасли, включая идентификацию циркулирующих в производственной среде патогенов, оценку производственного процесса и возможных путей заражения [Notermans S. et al,1994].

Убой свиней – это процесс с множеством возможностей заражения свиной туши патогенными бактериями. Процесс включает в себя несколько технологических стадий, на которых количество бактерий может быть уменьшено, но не содержит ни одной точки, на которой полностью устраняются все существующие риски. Но возможность полного исключения или предотвращения микробиологических рисков крайне ограничена, даже при усилении процедур производственного контроля процесса убой и первичной обработки [Tompkin R. B., 1992].

Источники заражения на разных этапах технологического процесса являются животные, инструменты, вода в шпарчане, технологическое оборудование, фекалии и содержимое кишечника, загрязнение языка, глотки и миндалин, окружающая среда и персонал.

Таким образом, проведенные исследования по изучению наличия патогенных и условно патогенных микроорганизмов на биотических и абиотических объектах показали, что до 50% видов микроорганизмов, обнаруженных на абиотических объектах, были в последующем обнаружены на биотических объектах. Проведенные исследования показали наличие серьезных микробиологических рисков, связанных с субпродуктами, которые должны учитываться при выборе направления их использования.

ГЛАВА 7. СОВРЕМЕННАЯ МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ

Создание современной модели комплексного использования пищевого сырья, получаемого от убоя и переработки гибридных интенсивно растущих свиней, представляло собой разработку типового решения технологической сырьевой задачи. Такая модель может быть применена на конкретных производствах в неизменном виде и/или с учетом особенностей отдельных предприятий.

При создании модели исходили из следующих аспектов проблемы:

- существуют микробиологические риски распространения патогенных и условно патогенных микроорганизмов с сырыми непереработанными субпродуктами;

- всё большая часть потребителей отказывается от покупки субпродуктов в непереработанном виде (в том числе из-за дефицита времени на приготовление домашней еды, а, как известно, приготовление блюд из субпродуктов обычно требует много времени);

- необходима стоимостная оценка побочного сырья и оценка путей создания дополнительной стоимости;

- необходим комплексный подход к использованию основных и побочных продуктов убоя;

- необходим анализ и обобщение лучшего опыта промышленных предприятий.

Общая концептуальная схема переработки продуктов убоя свиней с созданием дополнительной стоимости субпродуктов представлена на рисунке 53.

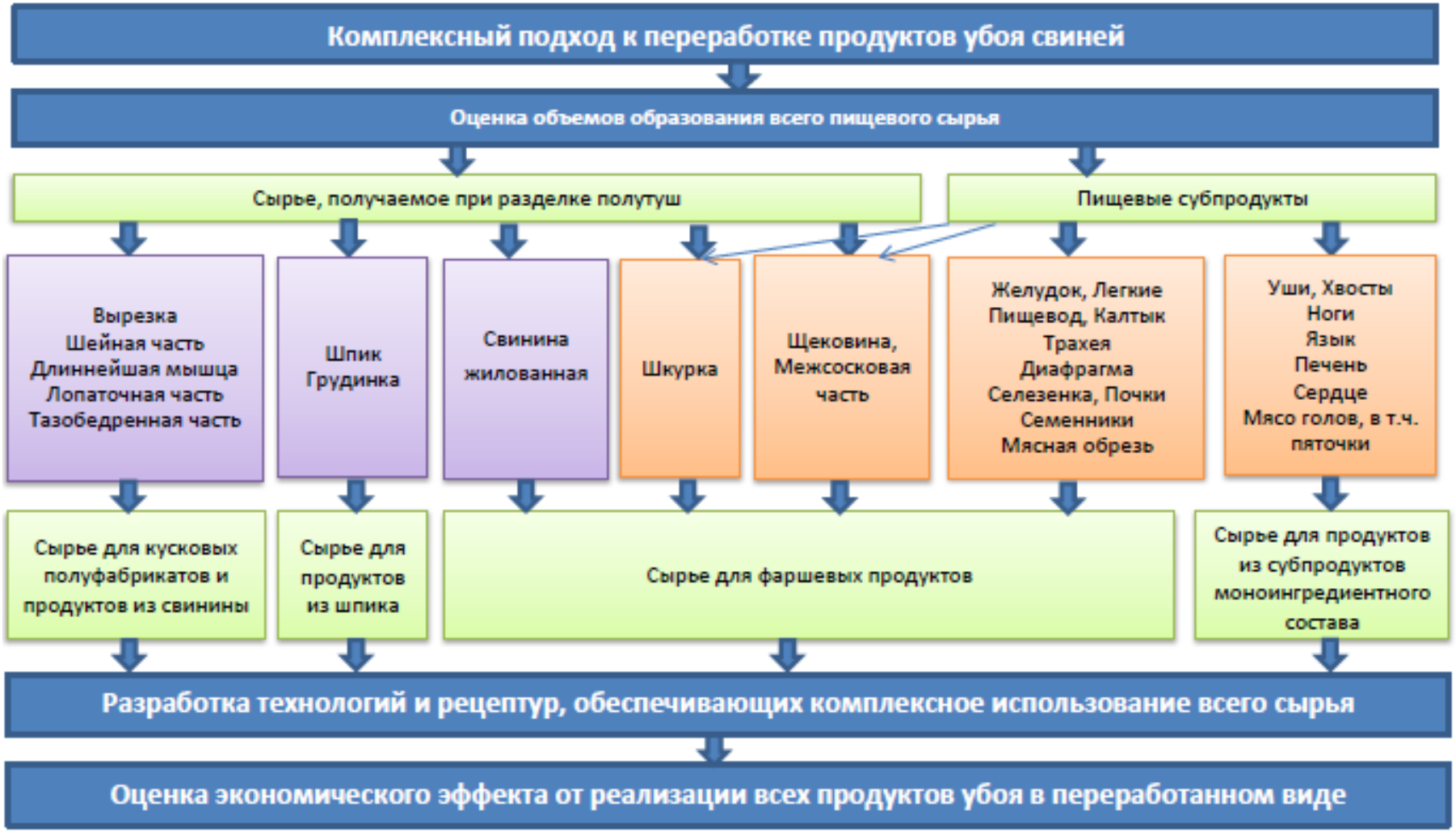


Рисунок 53 - Общая концептуальная схема переработки продуктов убоя свиней с созданием дополнительной стоимости субпродуктов

Согласно представленной на рисунке 53 схеме, комплексный подход к переработке пищевых продуктов убоя (основных и побочных) должен строиться на оценке объемов их образования на каждом предприятии. Объемы образования основного и побочного сырья на предприятиях не одинаковы. 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, но на практике следует учитывать, что могут быть по отдельным позициям отступления от этого постулата.

Пищевые субпродукты, главным образом, получают и обрабатывают непосредственно при убое животных. Исключение составляют только – шкура, щековина, межсосковая часть, которые обычно выделяют в процессе разделки и обвалки мяса.

При убое одновременно с субпродуктами получают основное сырье – свиные полутуши (туши). В отличие от пищевых субпродуктов мясо в тушах является промежуточным сырьевым продуктом, так как для колбасного производства требуется разделанное, обваленное и жилованное мясо.

Анализ современного опыта работы промышленных предприятий показал, что значительную и наиболее ценную часть свиной туши (вырезка, длиннейшая мышца спины, тазобедренная и лопаточная части) выгоднее реализовать в виде кусковых полуфабрикатов и/или направить на изготовление продуктов из свинины.

Следует отметить, что в ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» (ранее – ВНИИМП) были разработаны различные схемы разделки свинины, в том числе предусматривающих жиловку всего бескостного мяса с целью получения со всей туши сортового жилованного сырья для колбасного производства. Многолетняя практика показала, что

такая схема разделки, обвалки и жиловки свинины экономически менее выгодна. Выделение из туши наиболее ценных частей было предусмотрено еще в универсальной схеме, разработанной во второй половине прошлого века. С увеличением в свиных тушах массовой доли мышечной ткани в результате перехода на использование гибридных интенсивно растущих животных экономическая целесобразность универсальной схемы разделки не только возросла, но и стала повсеместной практикой на предприятиях мясной промышленности.

В обязательном порядке выделяют сырье для продуктов из шпика: грудинку (на изготовление грудинки сырокопченой и/или варено-копченой), а также шпик, который обычно направляют в колбасное производство.

Свинина жилованная образуется в результате жиловки сырья, оставшегося после выделения наиболее ценных частей туши. Она может быть направлена в колбасное производство и переработана без добавления субпродуктов. Однако ее переработка в сочетании со свиной шкурой, межсосковой частью, щековиной, а также другими малоценными субпродуктами представляет значительный интерес. В то же время ряд субпродуктов таких, как уши, хвосты, ноги, пяточки, мясо голов, в силу особенностей их приготовления, широко используют для производства монопродуктов.

Печень и сердце, как правило, достаточно хорошо реализуются в сыром виде (в связи с чем, на рисунке 53, они отнесены к субпродуктам-сырью для продуктов моноингредиентного состава), но их также часто используют в рецептурах различных видов мясной продукции.

Мясо голов обычно не реализуют в розничной торговле, но широко используют как для продуктов моноингредиентного состава, так и в рецептурах различных видов мясной продукции, в том числе взамен основного сырья.

Вместе с тем, статистические данные и опрос предприятий свидетельствуют о том, что производители не направляют все пищевые

субпродукты в производство мясной продукции, в особенности, малоценные, что объясняют, главным образом, отсутствием технологий и рецептур, обеспечивающих комплексное использование всех продуктов убоя.

Таким образом, согласно схеме, представленной на рисунке 53, сырьевая технологическая задача сводится к оценке объемов образования жилованной свинины и субпродуктов. После этого требуется разработка технологий и рецептур, обеспечивающих их комплексное использование, и проведение оценки достигнутого экономического эффекта.

В тоже время сдерживающим фактором применения субпродуктов в колбасном производстве, является их нежелательное влияние на органолептический профиль фаршевых продуктов и, как следствие, снижение потребительской привлекательности таких продуктов. Это необходимо учитывать при разработке новых технологий и рецептур.

С другой стороны, изменение состава традиционных продуктов за счет введения в рецептуры субпродуктов может не приветствоваться потребителями, не привыкшими к субпродуктам в своем рационе питания. В этой связи, выпуск и продвижение монопродуктов из субпродуктов, обладающих высокими потребительскими характеристиками, могут стать эффективным путем привлечения внимания и приобщения населения к потреблению субпродуктов, в том числе как биологически ценного сырья в составе многокомпонентных изделий.

Для оценки объемов образования всего пищевого сырья, которое образуется при убое современного поголовья свиней, на основе обобщения данных, собранных на предприятиях 4-х областей, была построена балансовая модель переработки свиньи со средней живой массой 120 кг (рисунок 54).

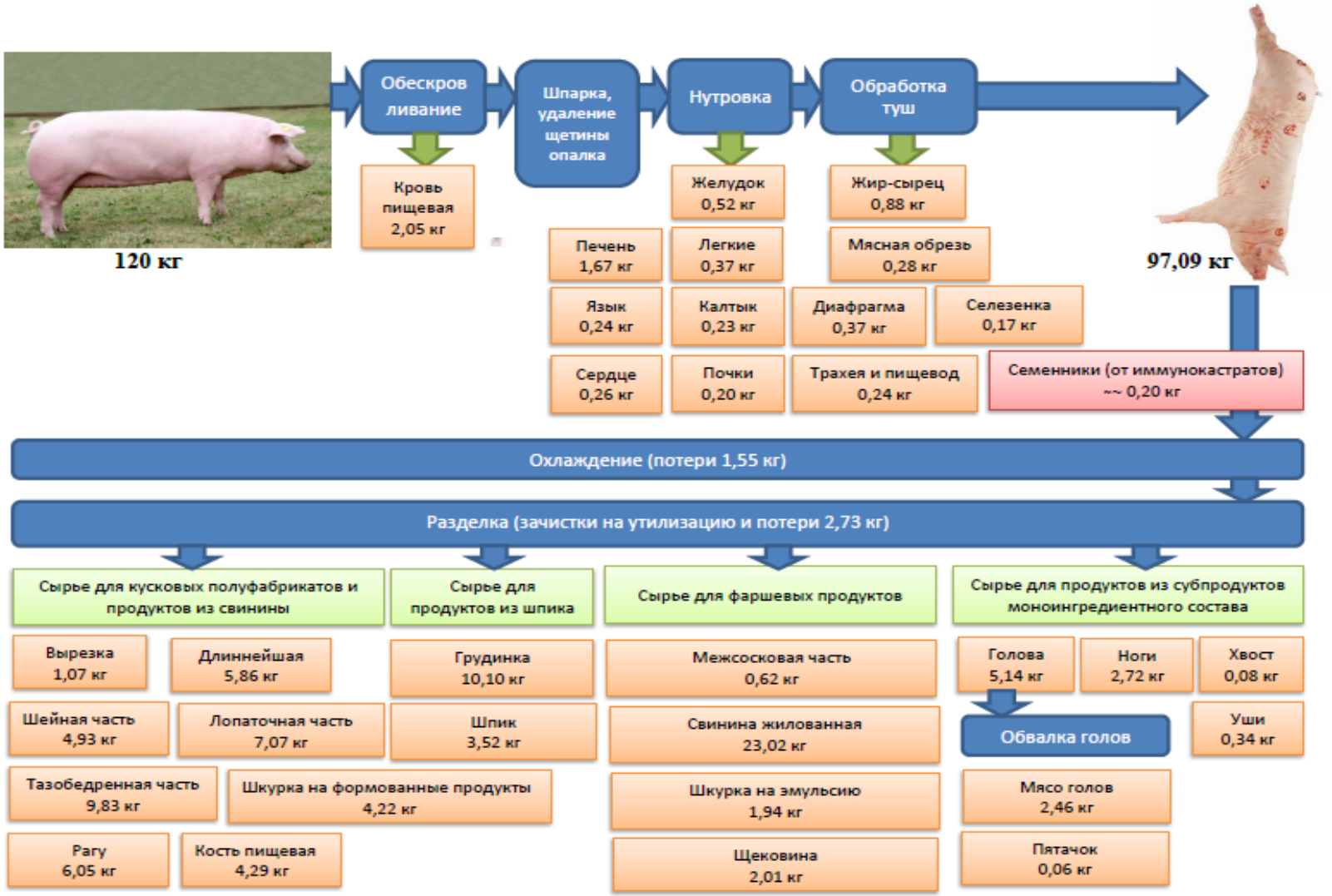


Рисунок 54 - Баланс образования сырья для колбасного производства при убое и переработке свиней средней живой массы 120 кг с получением свинины 2 класса

Согласно данным, представленным на рисунке 54, от одного животного с живой массой 120 кг получают при убое и первичной обработке 5,43 кг субпродуктов. В случае убоя иммунокастрированных животных дополнительно получают, в среднем, 0,2 кг семенников. Кроме этого, при убое получают 2,05 кг пищевой крови. Однако пищевую кровь в момент проведения работы собирали только на одном предприятии.

Получают парную тушу массой 97,09 кг (с ногами, головой и хвостом). С учетом потерь при охлаждении туши (1,55 кг), а также зачисток и потерь при ее разделке (2,73 кг), выделяют и получают после разделки туши еще 17,07 кг субпродуктов, включая необваленные головы и другие субпродукты, получаемые при разделке туши.

Согласно разработанной балансовой модели, в результате разделки, обвалки и жиловки свиной туши получают лишь 23,02 жилованной свинины.

Таким образом, с получением 23,02 жилованной свинины образуется практически столько же (22,13 кг) побочного сырья, в том числе мясо голов, пищевая кровь, жир-сырец и пр.

Как было отмечено выше, наибольшие трудности предприятия испытывают с использованием малоценных субпродуктов. Исходя из соотношений объемов их образования, были разработаны 8 вариантов субпродуктовых смесей, представленных в таблице 28.

Таблица 28 - Результаты расчета смесей субпродуктов, коэффициенты использования субпродуктов и потребности одного производства

Смеси		Соотношение субпродуктов в смеси					Масса смеси, получаемая при убое 1 гол., кг	К-т использ. субпро-дуктов, % ****	Замена основного сырья, не более, %	Потребность собственного производства, кг (%) *****
		Селе-зенка	Почки и/или семен-ники	Легкие	Желудок	Пищевод, мясная обрезь**, диафрагма, мясо голов ***				
Объем образования		0,17	0,3*	0,37	0,52	3,35	4,71	-	-	-
№1	доли	0,5-1,0	1,0	1,0-1,3	1,0-1,8	6,0-12,0	4,71	100,0	10	2,30 (48,9)
	кг	0,17	0,3	0,37	0,52	3,35				
№2	доли	0,3-1,0	-	1,0	1,0-1,4	6,0-10,0	4,41	93,6	15	3,45 (73,3)
	кг	0,17	-	0,37	0,52	3,35				
№3	доли	-	1,0	1,0-1,3	1,0-1,8	6,0-12,0	4,54	96,4	15	3,45 (76,1)
	кг	-	0,3	0,37	0,52	3,35				
№4	доли	0,3-1,0	1,0	-	1,0-1,8	6,0-12,0	4,34	92,1	15	3,45 (79,6)
	кг	0,17	0,3	-	0,52	3,35				
№5	доли	-	-	1,0	1,0-1,4	6,0-10,0	4,24	90,0	20	4,60 (108,6)
	кг	-	-	0,37	0,52	3,35				
№6	доли	-	-	1,0	-	6,0-10,0	3,72	79,0	20	4,60 (123,8)
	кг	-	-	0,37	-	3,35				
№7	доли	-	-	-	1,0	5,0-7,0	3,87	82,2	25	5,76 (148,7)
	кг	-	-	-	0,52	3,35				
№8	доли	-	-	-	-	1,0	3,35	71,1	30	6,91 (206,1)
	кг	-	-	-	-	3,35				

Окончание таблицы 28.

Смеси	Соотношение субпродуктов в смеси					Масса смеси, получаемая при убое 1 гол., кг	К-т использ. субпро-дуктов, % ****	Замена основного сырья, не более, %	Потребность собственного производства, кг (%) *****
	Селе-зенка	Почки и/или семен-ники	Легкие	Желудок	Пищевод, мясная обрезь**, диафрагма, мясо голов ***				

Примечания.

* - от убоя 1 головы образуется: почки – 0,2 кг, семенники – 0,1 (не менее 50% поголовья –особи мужского пола).

** - мясная обрезь от обрядки кусковых полуфабрикатов и сырья для продуктов из свинины не учитывалась;

*** - могут быть использованы: мякотные ткани от зачистки трахеи, калтыка, а также подъязычное мясо

**** - отношение массы субпродуктов, использованных в смеси, к массе субпродуктов, полученных при убое

***** - максимальное количество смеси, которое может быть направлено в колбасное производство с учетом объема образования жилованной свинины, рассчитывали как произведение массы жилованной свинины, полученной при убое 1 свиньи (23,02 кг), на коэффициент замены основного сырья (замена основного сырья, выраженная в долях единицы). В скобках потребность представлена в процентах от массы смеси, которая может быть произведена.

.

Базовая смесь (№1) включает в качестве рецептурных составляющих:

- селезенку;
- почки и/или семенники;
- легкие;
- желудок;
- «мышечные субпродукты» - пищевод, мясную обрезь**, диафрагму, мясо голов ***.

Массовые доли в смеси каждого рецептурного ингредиента были взяты с учетом объемов их образования и составили, соответственно:

(05-1,0):1,0:(1,0-1,3):(1,0-1,8):(6,0-12,0)

В зависимости, от производственных факторов и ассортимента продукции с использованием субпродуктов, в составе базовой смеси могут быть исключены определенные ингредиенты. Например, при гемаспирации легких, можно выбрать рецептуры без легких (смеси №4, №7 и №8) и т.п.

Составление смеси №1 соответствует 100%-му использованию перечисленных выше субпродуктов. Средняя масса смеси №1, получаемая в результате переработки указанных субпродуктов от 1 свиньи, составляет, в среднем, 4.71 кг.

При разработке уровня замены основного сырья на субпродуктовую смесь учитывали ранее проведенные исследования [Салаватулина Р. М., 2005], согласно которым, субпродукты, обладающие специфическим запахом и вкусом (селезенка, почки, семенники), являются лимитирующими и должны быть использованы в ограниченном количестве. В связи с этим, например, смесь №1 была рекомендована в количестве не более 10% взамен основного сырья. Таким образом, с учетом объема образования жилованной свинины (23,02 кг), без закупки дополнительного мясного сырья на одном производстве может быть исследовано не более 2,3 кг смеси №1, что составило 48,9 % от всей массы смеси №1, которую можно получить при убое 1 головы.

Селезенка является лимитирующим ингредиентом для субпродуктовых паст не только по специфичному запаху и вкусу, в большом количестве она снижает качество колбасных изделий - ухудшает цвет и консистенцию готовой продукции. При разработке смесей не была предусмотрена возможность проведения гидролиза селезенки и других субпродуктов с целью нивелирования специфического запаха и вкуса. Это было сделано с тем, чтобы дать предприятиям максимально простую технологию. Однако, при наличие, соответствующих производственных условий, такой подход представляется перспективным.

Как видно из данных таблицы 28, смесь №5 почти обеспечивает баланс между ее количеством, которое можно получить с 1 головы и потребностью колбасного производства в этой смеси с учетом ее закладки взамен основного сырья на уровне 20%.

Как видно из таблицы 28 изготовление субпродуктовых смесей для колбасного производства позволяет решать проблему их полного использования в случае закупки дополнительного мясного сырья. Однако, следует отметить, что субпродуктовые смеси могут быть использованы как для новых видов колбасных изделий (в количестве до 30% в замен основного сырья), так и для изготовления паштетов и ливерных колбас, где их массовая доля в рецептуре может быть увеличена.

Проведенные расчеты показали, что субпродуктов образуется слишком много для переработки на собственном предприятии в виде субпродуктовых смесей, если есть задача переработать все сразу (смесь №1). Перерабатывая около 90% субпродуктов в субпродуктовые пасты, можно все эти пасты переработать в колбасном производстве (смесь №5). Исключение из субпродуктовых смесей селезенки, почек и семенников позволяет использовать смеси в большем количестве – до 30%, но в этом случае следует ситуация, когда потребность в таких смесях уже не будет обеспечена на одном производстве без закупки дополнительного объема смесей.

В представленных расчетах не была учтена вода в количестве 5-10%, которая добавляется в виде льда при куттеровании субпродуктов. Однако принципиально, внесение воды не меняет сделанные выводы.

Таким образом, проведенный расчет показал, что по отношению к жилованной свинине субпродуктов образуется больше, чем количество, которое можно было бы переработать путем замены основного сырья в колбасном производстве. В этой связи, очевидна необходимость разработки и выпуска ассортимента продуктов, в рецептуре которых высока массовая доля субпродуктов – ливерных колбас, паштетов, кровяных колбас, а также прочей продукции из субпродуктов.

Далеко не все промышленные предприятия, согласно опросам, проведенным при выполнении работы, видели экономические перспективы в полном сборе и переработке субпродуктов. Это связано, прежде всего, с тем, что большинство побочных продуктов убоя имеют низкую стоимость (таблица 29).

Таблица 29 - Стоимость побочных продуктов убоя от 1 свиньи (средняя живая масса 120 кг)

Наименование субпродукта	Масса субпродукта, получаемого от убоя 1 свиньи, кг	Цена за кг, руб.	Стоимость, руб.
Кровь пищевая	2,05	37,31	76,49
Жир-сырец	0,88	18,00	15,84
Желудок	0,52	31,30	16,28
Печень	1,67	140,87	235,25
Легкие	0,37	15,65	5,79
Язык	0,24	187,82	45,08
Калтык	0,23	31,3	7,20
Сердце	0,26	125,22	32,56
Почки	0,2	109,56	21,91
Мясная обрезь	0,28	62,40	17,47
Диафрагма	0,37	62,61	23,17
Селезенка	0,17	15,65	2,66
Трахея и пищевод	0,24	15,65	3,76
Семенники	0,1	15,65	1,57
Щековина	2,01	31,3	62,91
Голова	5,14	31,3	160,88
Ноги	2,72	31,3	85,14
Хвост	0,06	31,3	1,88
Уши	0,34	31,3	10,64
Итого	**10,27**		**826,46**

В таблице 29 приведена расчетная стоимость субпродуктов, получаемых при убое одной свиньи с живой массой 120 кг. Стоимость субпродуктов рассчитывали с применением коэффициентов потребительских

свойств. Коэффициенты были установлены к оптовой цене мяса на кости (свинина). При проведении расчетов, были использованы следующие нормативные документы – Методические указания по учету затрат и калькулированию себестоимости мяса и мясных продуктов (М., ВНИИМП, 2010) и Методологические принципы паритета цен на продукции мясной отрасли АПК (Москва, ВНИИМП, 2018). Стоимость мясного сырья, с учетом коэффициентов потребительских свойств составила 13343,33 рублей.

На рисунке 55 показано соотношение доли стоимости субпродуктов и мясного сырья (свинина в полутушах), при их реализации в непереработанном виде. Суммарная стоимость всей продукции, полученной от переработки 1 свиньи массой 120 кг, при такой реализации составила 14169,79 рублей.

Рисунок 55 – Соотношение стоимости мясного сырья (свинина в полутушах) и субпродуктов при их реализации в непереработанном виде (вариант 1).

Согласно представленному выше анализу работы предприятий (рисунок 53) были проведены расчеты по определению доли субпродуктов в общей стоимости всей продукции, при реализации мясного сырья в виде переработанной мясной продукции, на примере, кусковых мясных полуфабрикатов (рисунок 56).

Рисунок 56 - Соотношение стоимости мясной продукции (полуфабрикаты) и субпродуктов при их реализации в непереработанном виде (вариант 2)

Фактическая стоимость субпродуктов при такой схеме работы предприятия увеличивалась по сравнению с первым вариантом, в связи с тем, что при разделке свиных полутуш и выделении полуфабрикатов, образовывались шёрстные субпродукты: шкурка свиная и межсосковая часть. Стоимость субпродуктов составила 980,80 рублей. Однако стоимость мяса, включая стоимость мясной продукции (кусковых полуфабрикатов) возросла значительно и составила 25759,34 рублей. При этом суммарная стоимость продукции, полученной от переработки 1 свиньи массой 120 кг, составила 26740,14 рублей. Таким образом, придание мясу добавленной стоимости в этом варианте реализации продуктов убоя приводило к снижению доли субпродуктов в общей стоимости продукции до 3,7 %, соответственно, 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 изменения текущей ситуации необходимы рецептуры и технологии, предусматривающие максимальное использование субпродуктов для производства мясной продукции.

Для расчета экономической модели возможного изменения доли субпродуктов в общей стоимости мясной продукции при условии их полного сбора и переработки (рисунок 57) были выбраны разработанные рецептуры кровяных колбас «Степной» и «Монастырской», внесенных в ГОСТ Р 54670, и колбасы со смесью субпродуктов. Выбор кровяных колбас был обусловлен тем, что при их производстве не используется мясное сырье, а только субпродукты. 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). Стоимость мясной продукции из субпродуктов в этом случае составляла 3283,68 рублей. Стоимость мясного сырья, реализованного в виде мясной продукции (полуфабрикатов) сохранялась и составляла 25759,34 рублей.

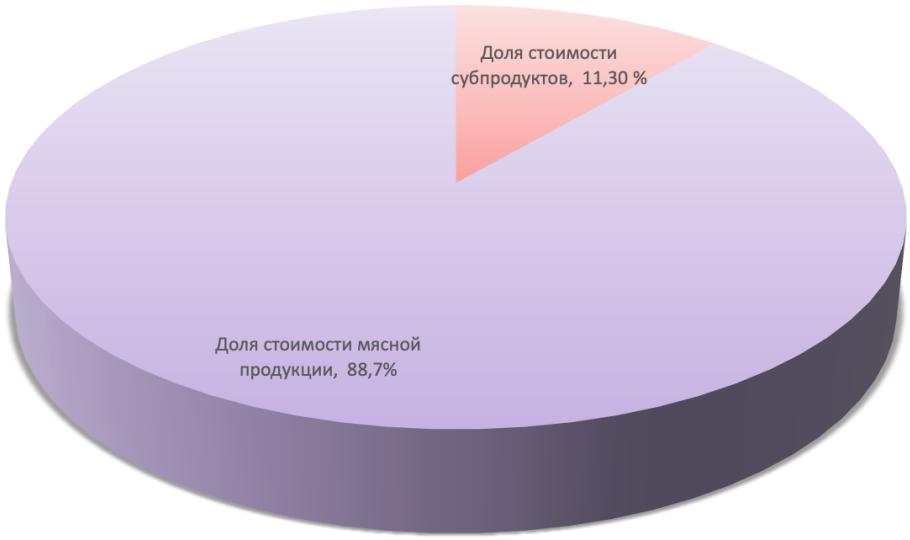


Рисунок 57 – Доля в общей стоимости переработанных субпродуктов при реализации субпродуктов и мясного сырья в переработанном виде (вариант 3)

Суммарная стоимость продукции, полученной от переработки 1 свиньи массой 120 кг при таком способе реализации, составила 29043,02 рублей. Обобщённые данные по изменению стоимости субпродуктов при их реализации в непереработанном и переработанном виде приведены в таблице 30.

Таблица 30 - Изменение стоимости мяса и субпродуктов и при их реализации в непереработанном и переработанном виде
(расчет на стоимость продуктов убоя, получаемых при убое 1 свиньи живой массой 120 кг)

	Стоимость субпродуктов/продукции из субпродуктов, руб (% к 1-му варианту)	Стоимость мяса/продукции из мяса, руб (% к 1-му варианту)	Суммарная стоимость продукции, руб (% к 1-му варианту)
Вариант 1	826,46 (100%)	13343,33 (100%)	14169,79 (100%)
Вариант 2	980,80 (187%)	25759,34 (193%)	26740,14 (189%)
Вариант 3	3283,68 (397%)	25759,34 (193%)	29043,02 (205%)

Таким образом, полученные результаты расчетов позволили объяснить 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. Доля субпродуктов в общей стоимости получаемого сырья составляет 5,8% (вариант 1) или 3,7% (вариант 2).

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 производители и потребителям широкий выбор таких продуктов.

ГЛАВА 8. РАЗРАБОТКА ЧАСТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ С СУБПРОДУКТАМИ

Как показали проведенные исследования, направление субпродуктов в производство продукции высокого качества, готовой к употреблению, является основным стратегическим путем увеличения объемов пищевых продуктов убоя. Оно преследует две цели: обеспечение микробиологической безопасности субпродуктов в результате тепловой обработки и других контролируемых процессов в условиях промышленного предприятия; создание добавленной стоимости и повышение показателей экономической эффективности выпускаемой продукции.

Развитие рыночных отношений создает так называемый «нишевой рынок», состоящий из отдельных рыночных сегментов. Каждое предприятие нацелено на поиск своей (скрытой) ниши – сегмента рынка, потребности которого еще не удовлетворены текущими конкурентами. Это приводит к тому, что каждое предприятие ищет и создает свой ассортимент продукции, имея сходные сырьевые ресурсы. Отсюда вытекает потребность в развитии частных технологий, предусматривающих различные варианты использования одного и того же сырья. Учитывая неоднозначные отношения потребителей к продукции, содержащей субпродукты, требуется разработка мясной продукции, обладающей не только высокой пищевой ценность, но и соответствующей привлекательностью для потребителей, прежде всего, по органолептическими характеристиками. Вместе с тем, отличительный ассортимент готовой продукции также возможно создавать и путем вовлечения не использованного ранее сырья.

8.1 Новые знания о ранее не использованных субпродуктах

В мире существует понимание уникальности свиньи, поскольку ее туша и практически органы и ткани пригодны для пищевого применения. Тем не менее, в разных странах складывается разное понимание

терминологии в отношении субпродуктов. Например, в Соединенных Штатах все, что получают в результате убоя свинины, за исключением мяса на кости, считается побочным продуктом или субпродуктом. Побочные продукты делят на два класса: съедобные и несъедобные. Таким образом, побочные продукты (субпродукты) включают все, что получается при убое и переработке, за исключением мяса на кости, кровь также считается субпродуктом. В Англии субпродукты делят на красные, которые представлены головой, печенью, языком, хвостом и т.д. и белые, к которым относят жир и кишечное сырье [Liu D. C., 2002]. В России действует межгосударственный стандарт ГОСТ 32244-2013, который и определяет конечный перечень субпродуктов и их классификацию. Свиные семенники не входят в данный перечень субпродуктов, прежде всего, в связи с тем, что до начала этого века всех поросят мужского пола подвергали хирургической кастрации. В настоящее время в животноводстве появились гуманные технологии:

- применение препаратов для иммунологической кастрации [Zamaratskaia G., 2005];
- использование новейших генетических линий животных, не имеющих запаха [Силур М., Бордье М., 2016]

Эти технологии позволяют сохранять животным мужского поля семенники, что способствует увеличению привесов и прочих экономических показателей свиноводства. Однако наличие семенников у животных снижает экономические показатели убоя и первичной переработки, так как в настоящее время они уходят в непищевые отходы. Исследования, проведенные на предприятиях 4-х областей, показали, что выход семенников при убое составляет от 0,9 до 1,0 % к массе туши, что сравнимо по объему образования с такими субпродуктами как почки, калтык и превышает селезенку. Проведенные исследования по составлению баланса пищевого сырья (см. ранее рис. 54), подтвердили целесообразность оценки их пищевого качества и разработки продукции с их использованием.

Свиные семенники были отобраны на этапе убоя и первичной переработки свиней, поступивших из одного хозяйства и имевших принадлежность к одной партии, характеризующейся формированием животных при одинаковых условиях: общие генетика, тип содержания, рацион кормления, возраст и сходная живая масса 120±5 кг.

Отобранные семенники взвесили, в результате было определено, что в одной партии близких по массе животных, масса семенников была не однородна и их можно разделить на несколько групп, в зависимости от их массы (рисунок 58).

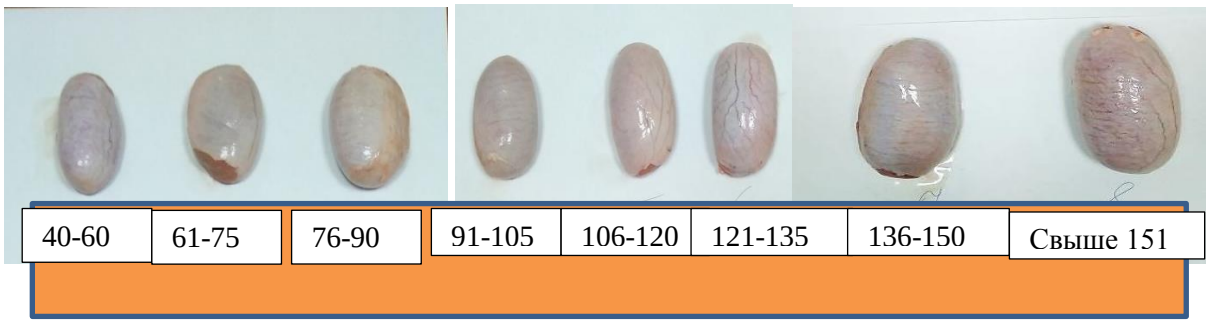


Рисунок 58 - Внешний вид семенников в зависимости от массы, г.

С позиции разработки норм выхода семенников и выбора рациональных приемов обработки, практический интерес представляло изучение распределения получаемых семенников по массе в одной партии (рис. 59).

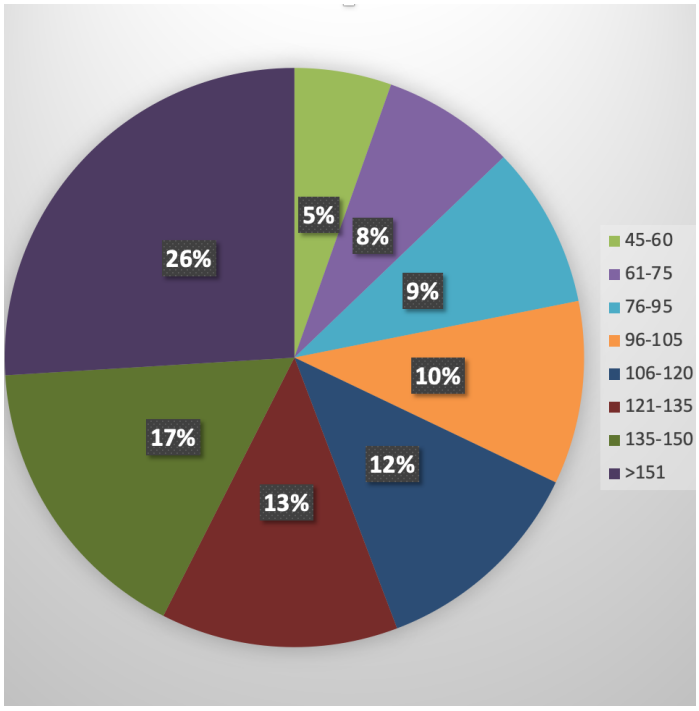


Рисунок 59 - Распределение семенников по массе в одной партии

Около 68% получаемых семенников имели массу свыше 106 г., что облегчало проведение операций по их подготовке к дальнейшей обработке. Сверху тело семенника покрыто плотной фиброзной капсулой (белочной оболочкой). Выход семенников после снятия этой оболочки приведен на рисунке 60. Несмотря на существенные различия в исходной массе семенников, их выход после снятия белочной оболочки был на одном уровне для всех групп и составил от 80,4 до 88,9 %. Снятие фиброзной капсулы семенников производили с целью снижения специфического запаха.

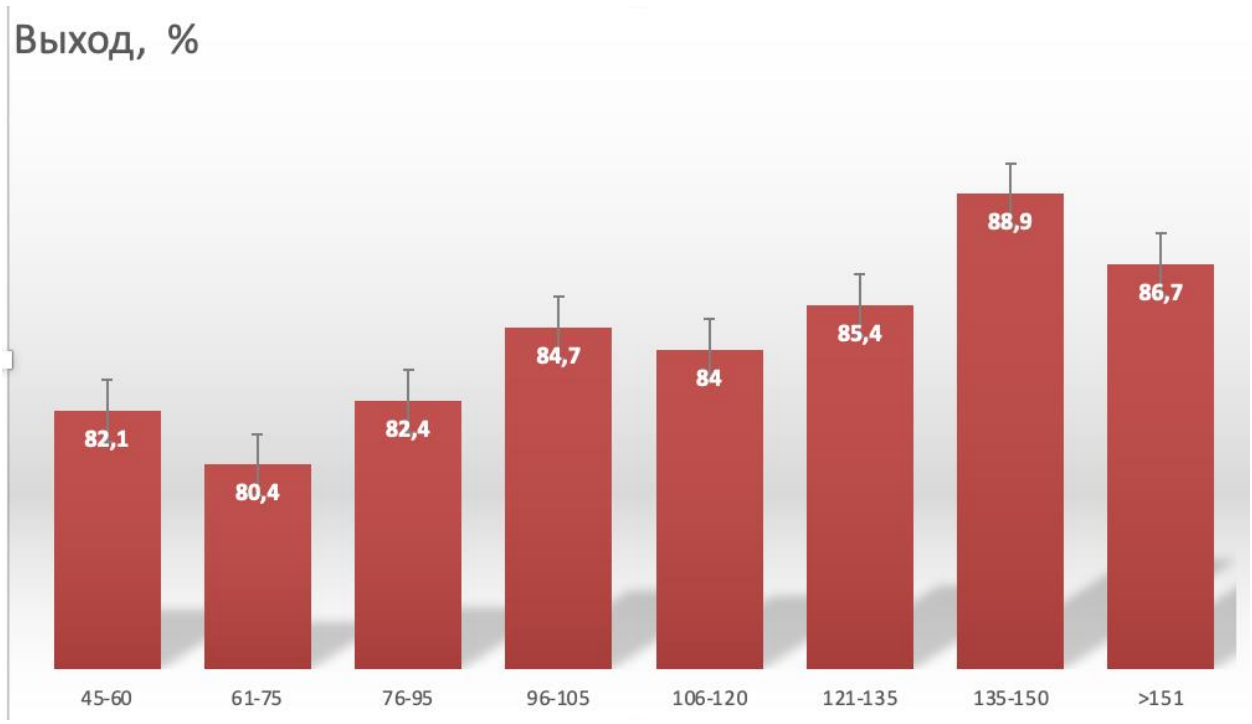
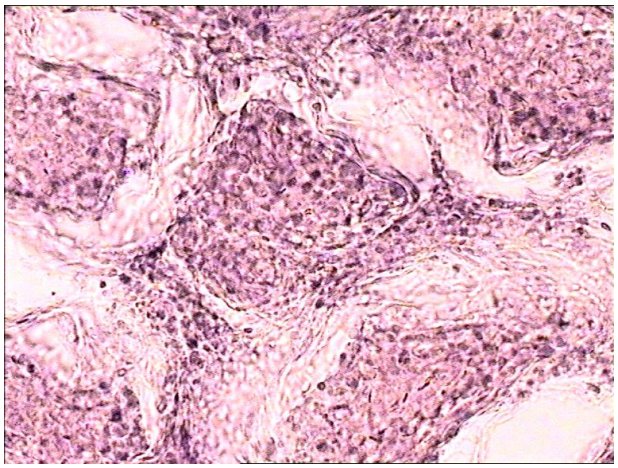
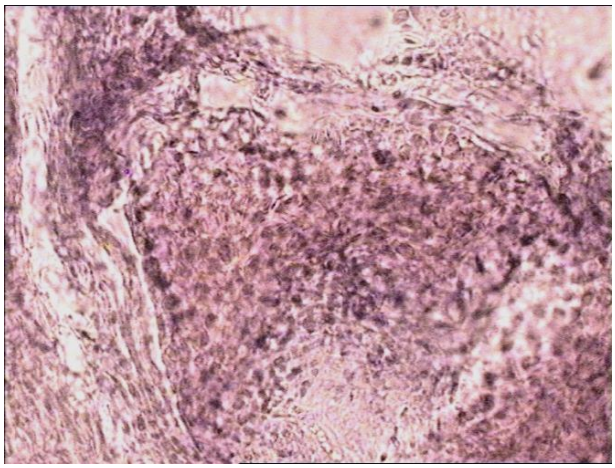


Рисунок 60 - Выход семенников в зависимости от массы после снятия фиброзной оболочки.

Одновременно с этим (до снятия фиброзной капсулы) были проведены гистологические исследования семенников из различных групп. Микроструктурные исследования семенников с минимальной и максимальной массой приведены на рисунке 61.



а)



б)

Рисунок 61 - Микроструктура семенников:

а) семенник массой 45 г; б) семенник массой 200 г

Видны извитые семенные канальца с сперматогенным слоем. Ув. 340х.

При микроструктурном исследовании семенников из группы массой от 45-60 г установлено, что снаружи семенники покрыты плотной соединительнотканной капсулой (белочной оболочкой) толщиной 1,2 мм, тонкие соединительнотканные перегородки, начинавшиеся от белочной оболочки и сходившиеся к средостению (небольшому утолщению на внутреннем крае семенника), делили паренхиму семенника на дольки, число которых достигало 100-250. В каждой дольке находились по 1-2 извитых семенных канальцев, имевших сильно закрученный, извитой ход. Средний диаметр семенного канальца составлял 95,7 мкм. В верхушке дольки семенные канальцы постепенно становились прямыми и затем входили в толщу средостения. В семенном канальце полость была выстлана слоем фолликулярных клеток, в петлях которого многими рядами залегали клетки сперматогенного эпителия. Морфологические изменения в структуре сперматогенного эпителия были выражены в разной степени в различных канальцах. В основной массе извитых канальцев выявлялись не все стадии сперматогенеза - в сперматогенном эпителии содержались только сперматогонии и клетки Сертоли, некоторые канальцы запустевшие, атрофированные, в отдельных канальцах отчетливо выявлялись сперматоциты, а сперматиды и сперматозоиды в незначительном количестве. Ядра клеток сперматогенного эпителия были в состоянии рексиса или лизиса. Высота слоя сперматогенного эпителия составляла 31,2 мкм. Слой фолликулярных клеток и сперматогенный эпителия в извитом канальце лежали на базальной мембране, окруженной снаружи соединительной тканью, формировавшей соединительнотканную оболочку, толщиной 5,0 мкм, пучки коллагеновых волокон залегали послойно. В отдельных участках в результате атрофии сперматогенного эпителия соединительнотканная строма семенников разрасталась, образуя плотные оболочки вокруг запустевших канальцев. В соединительнотканных перегородках семенника толщиной 100-200 мкм, около капилляров, располагались небольшие скопления мелких атрофированных округлых клеток с пикнотичным ядром,

так называемых интерстициальных клеток (клетки Лейдига), отвечающих за секрецию тестостерона. В прослойках рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани, залегавшей между канальцами семенника, проходили многочисленные кровеносные и лимфатические сосуды, а также нервы (рис. 61, а).

Семенники группы массой более 151 г, в отличие от образцов массой 45-60 г, характеризовались более толстой белочной оболочкой (2,0 мм), широкими соединительнотканными прослойками. Средний диаметр канальцев семенника составлял 180,8-280,0 мкм. В семенных канальцах полость была выстлана слоем фолликулярных клеток, в петлях залегали клетки сперматогенного эпителия, высота которого варьировалась от 50,0 до 70,0 мкм. Изменения в структуре семенных канальцев были выражены в меньшей степени по сравнению с образцами из группы с меньшей массой. В основной части канальцев клетки сперматогенного эпителия находились в последовательных стадиях сперматогенеза. К апикальным частям фолликулярных клеток тесно примыкали сперматиды, представлявшие собой небольшие округлые клетки с крупными ядрами и формировавшиеся сперматозоиды. Последние в значительном количестве были локализованы в просвете извитых семенных канальцев (рис. 61, б). В отдельных канальцах отмечалась атрофия сперматогенного эпителия. Ядра клеток сперматогенного эпителия местами были сохранены или в состоянии рексиса и пикноза. Толщина соединительнотканных капсул, окружавших снаружи семенные канальцы, составляла 6,0-7,5 мкм. Интерстициальные клетки, располагавшиеся в соединительнотканных перегородках семенника около капилляров, характеризовались округлой или полигональной формой, ядра клеток были гомогенны. Семенные канальцы были окружены прослойками рыхлой соединительной ткани толщиной от 300 до 700 мкм с проходившими в ней кровеносными и лимфатическими сосудами.

Проведенные гистологические исследования семенников из каждой группы позволили определить морфометрические показатели структурных элементов для каждой группы (табл. 31).

Таблица 31 - Морфометрические показатели структурных элементов семенников в зависимости от массы

Масса семенников, г	Средний диаметр канальцев, мкм	Средняя высота эпителиального слоя, мкм	Толщина интерстициальной ткани, мкм
45-60	95,7±1,5	31,2±0,2	70-150
61-75	125,6±2,7	44,3±0,1	100-200
76-95	140,8±2,5	46,1±0,2	150-250
96-105	150,1±2,6	47,4±0,2	150-300
106-120	161,6±3,0	48,7±0,2	200-350
121-135	176,3±3,4	49,1±0,6	250-400
135-150	180,8±2,5	51,5±0,4	300-500
>151	280,0±2,9	67,1±0,2	300-700

На следующем этапе провели исследования по изучению пищевой ценности семенников. Несмотря на то, что белочная оболочка обладает слишком выраженным ароматом, который препятствует использованию семенников без ее снятия при производстве мясной продукции, были проведены исследования по изучению пищевой ценности, как внутренней части, так и оболочки поскольку в настоящее время отсутствуют исчерпывающих сведений о пищевой ценности семенников. Результаты определения пищевой ценности для разных частей семеников приведены в таблицах 32 и 33.

Таблица 32 - Пищевая ценность внутренней части (тела) семенников

Масса семенников, г	Массовая доля, %				Содержание	
	Влага	Жир	Белок	Зола	Оксипролин, г/100 г	Триптофан, мг/100 г
45-60	81,4±8,1	3,0±0,4	14,3±2,1	1,09±0,15	0,177±0,021	175,334±35,067
61-75	81,1±8,1	2,8±0,4	14,5±2,2	1,21±0,17	0,215±0,026	166,995±33,399
76-95	80,8±8,1	2,7±0,4	14,9±2,2	1,23±0,17	0,117±0,014	184,579±36,916
96-105	81,8±8,2	2,5±0,4	14,7±2,2	1,03±0,15	0,112±0,013	156,221±31,244
106-120	81,5±8,2	2,5±0,4	14,5±2,2	1,36±0,19	0,0681±0,008	172,332±34,466
121-135	80,7±8,1	2,7±0,11	15,1±2,3	0,93±0,14	0,088±0,010	168,696±33,739
135-150	80,9±8,1	2,8±0,4	14,9±2,2	1,36±0,19	0,150±0,018	176,620±35,324
>151	81,0±8,1	2,2±0,3	15,5±2,3	1,22±0,17	0,095±0,011	170,020±34,004

Таблица 33 - Пищевая ценность оболочки семенников

Масса семенников, г	Массовая доля, %				Содержание мг/100 г	
	Влага	Жир	Белок	Зола	Оксипролин, г/100 г	Триптофан, мг/100 г
45-60	71,0±7,1	1,6±0,2	25,8±2,1	0,87±0,13	1,515±0,121	199,249±39,850
61-75	75,4±7,5	0,8±0,1	22,4±1,8	0,94±0,14	1,649±0,132	194,815±38,963
76-95	74,7±7,4	1,4±0,2	22,9±1,8	0,90±0,13	0,960±0,077	189,575±37,915
96-105	72,8±7,3	0,6±0,09	25,6±2,1	0,84±0,12	0,855±0,068	192,458±38,492
106-120	75,6±7,5	0,7±0,1	22,4±1,8	0,90±0,13	0,901±0,072	175,048±35,010
121-135	77,9±7,8	0,85±0,13	19,7±2,9	1,02±0,15	0,979±0,078	189,016±37,803
135-150	75,0±7,5	0,5±0,07	23,3±1,9	0,99±0,14	0,744±0,059	162,417±32,483
>151	75,0±7,5	1,4±0,2	21,9±1,7	0,96±0,14	0,615±0,049	187,499±37,500

Анализ полученных данных показал следующее:

- пищевая ценность семенников не зависела от их массы;

- семенники характеризовались низким значением массовой доли жира (Ж), при высоких значениях массовой доли белка (Б) – соотношение Б:Ж составляло для тела семенников (4,8-7,0) : 1, для оболочки – (19,1-39,4) : 1;

- 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.

Таким образом, результаты исследования показали, что семенники имеют высокую пищевую и биологическую ценность, независимо от их массы. Последнее позволяет не производить их сортировку при производстве мясной продукции с требуемыми показателями химического состава. Фиброзная оболочка семенников имеет высокое содержание белка, что позволяет ее использовать после биотехнологической обработки, ввиду наличия специфического запаха, препятствующего использованию целого семенника.

Определение функциональных свойств семенников показало, что они обладают невысоким технологическим потенциалом по сравнению с мясным сырьем и другими видами субпродуктов (рис. 62 и 63). Потери при тепловой обработке превышали 50%, а у некоторых групп семенников доходили до 60%. В связи с чем, они не могут быть использованы, как полноценный рецептурный ингредиент без дополнительного внесения функциональных ингредиентов и/или пищевых добавок для стабилизации показателей качества мясной продукции.

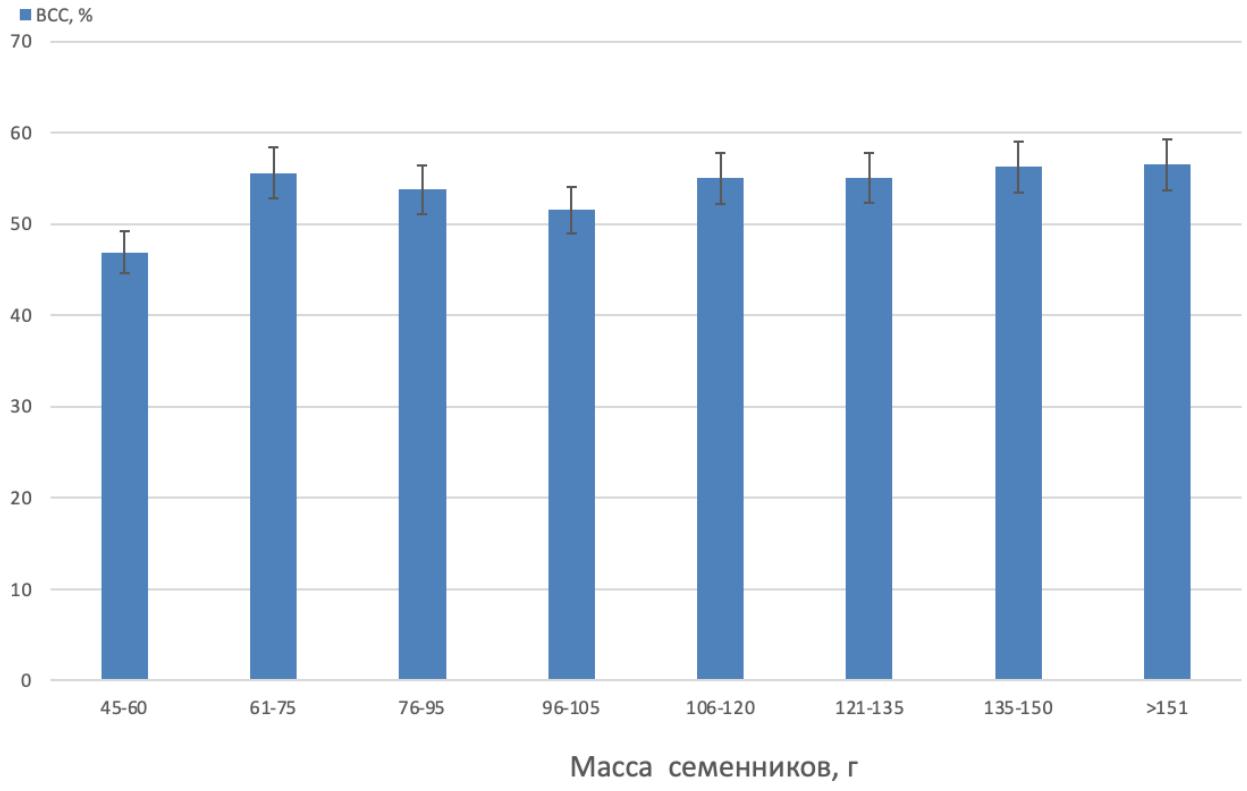


Рисунок 62 – Влагосвязывающая способность семенников, %

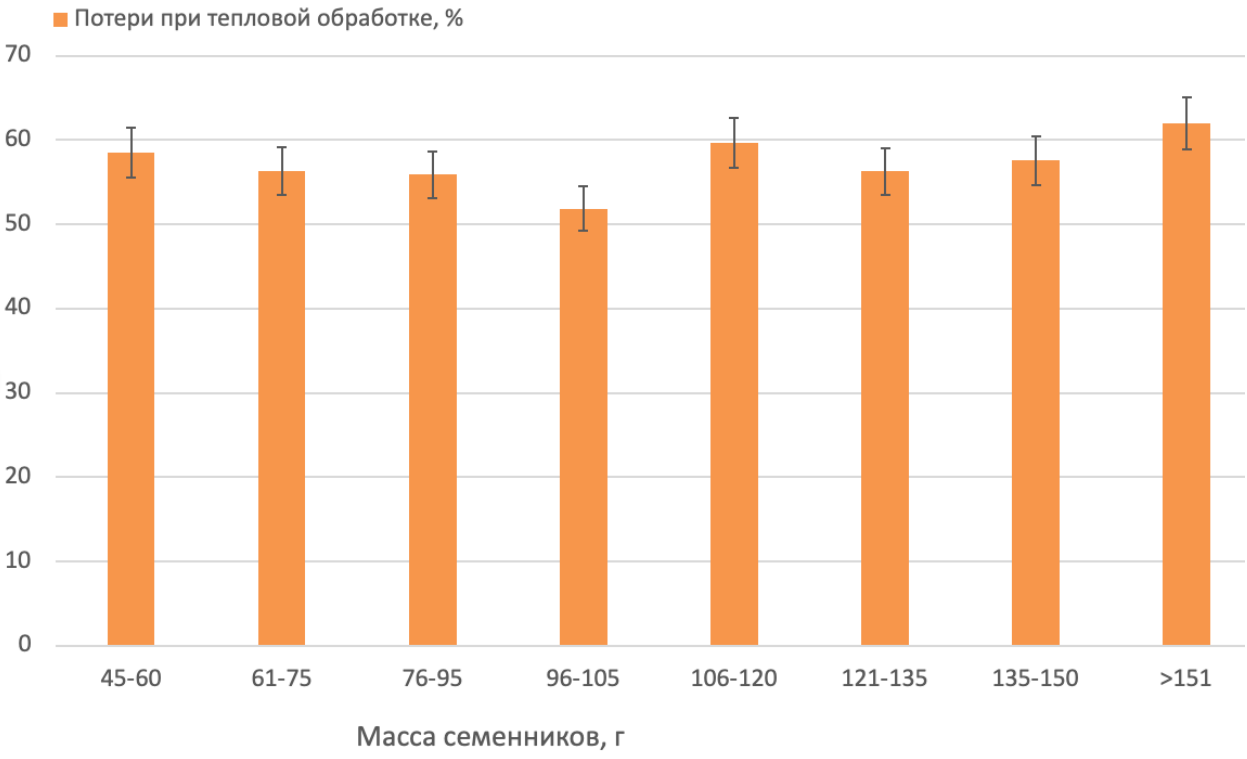


Рисунок 63 – Потери при тепловой обработке семенников, %

Учитывая высокую пищевую ценность семенников, была предложена их биотехнологическая подготовка перед использованием при производстве мясной продукции. Подготовленные и потом измельченные семенники на волчке с диаметром отверстий 2-3 мм обрабатывали 20%-м раствором молочной кислоты при поддержании температуры 60 °С в течение 4 ч, гидромодуль 1:1.

Модифицированная масса семенников свиней по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим характеристикам соответствовала требованиям, представленным в таблице 34.

Таблица 34 - Характеристики модифицированной массы семенников свиней

Наименование показателя	Характеристика или значение показателя
Внешний вид	Смесь однородной структуры мажущейся консистенции
Цвет	Свойственный данному ингредиенту
Массовая доля влаги,%	79,6 ± 1,8
Массовая доля белка, %	14,8 ± 0,4
Массовая доля жира, %	2,9 ± 0,2
Массовая доля золы, %	1,22 ± 0,06
Массовая доля углеводов, %	1,5 ± 0,1
КМАФАнМ, КОЕ/г	5×10^4

Результаты исследования модифицированных семенников показали, что получаемый продукт обладает высоким уровнем содержания белка, сравнимым (на 20% меньше) с массовой долей белка в полужирной жилованной свинине. При этом массовая доля жира в полученном продукте в 25 раз меньше, чем в полужирной свинине. По показателям безопасности получаемый продукт соответствовал измельченному мясному сырью [ТР ТС 034/2013].

Полученную модифицированную массу семенников использовали при производстве вареной колбасы. В качестве объекта исследований взяли колбасу «Свиную», основным рецептурным ингредиентом которой является полужирная свинина. Подготовленную массу вносили в количестве от 10 до 30% с шагом в 5%, взамен полужирной свинины, остальные рецептурные ингредиенты оставались неизменными. Органолептические характеристики контрольного и опытных образцов приведены в таблице 35, пищевая ценность - в таблице 36.

Таблица 36 - Органолептические характеристики образцов вареных колбас

Наименование показателя	Характеристика показателя для образцов с заменой полужирной свинины на модифицированные семенники					
	0 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %
Внешний вид	Батоны с чистой, сухой поверхностью, без повреждений оболочки, наплывов фарша, бульонных и жировых отеков					
Форма	Прямые батоны длиной 30 см с тремя поперечными перевязками на верхнем конце батона					
Консистенция	Упругая				Мягкая	
Вид фарша на разрез	Розовый фарш, равномерно перемешан					
Запах и вкус	Свойственный данному виду продукта, с ароматом пряностей, вкус в меру соленый					
	без постороннего привкуса и запаха				со специфическим привкусом	

Как видно из таблицы 37, замена свинины на семенники в количестве свыше 20 % приводила к ухудшению консистенции и появлении специфического привкуса.

Органолептические характеристики являются основным инструментом, которым пользуются потребители при выборе продукции, учитывая

специфичность аромата семенников, большое значение имело оценка влияния их применения на вкус и запах готовой колбасы. Проведенная дегустационная оценка показала, что замена свинины полужирной в количестве до 20% на модифицированную смесь семенников не оказала влияние на готовый продукт.

При оценке уровня замены полужирной свинины на модифицированные семенники лимитирующую роль играли также показатели пищевой ценности, при замене 20% свинины происходило снижение белка на 8% от уровня его содержания в контрольном образце (замена 0%).

Результаты исследования показали, что использование подготовленной внутренней части семенников в количестве до 15% является оптимальным. Технологическая схема производства вареной колбасы с семенниками приведена на рисунке 64.

Проведенные исследования и полученные результаты соответствует разработанной научной концепции по увеличению доли субпродуктов, используемых на пищевые цели, в части рассмотрения фактора получения новых научных знаний о ранее не используемых продуктах.

Таблица 37 - Пищевая ценность образцов вареных колбас

Наименование показателя	Средние значения показателей для образцов с заменой полужирной свинины на модифицированные семенники					
	0 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %
Массовая доля влаги, %	68,0 ± 1,3	68,3 ± 0,5	68,5 ± 1,5	68,9 ± 1,0	73,0 ± 3,5	74,2 ± 2,1
Массовая доля поваренной соли, %,	2,3 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,2 ± 0,1	2,2 ± 0,2	2,2 ± 0,1	2,2 ± 0,2
Массовая доля белка, %	12,0 ± 0,7	12,0 ± 0,6	11,8 ± 0,6	11,5 ± 0,1	11,2 ± 0,6	11,0 ± 0,1
Массовая доля жира, %	26,0 ± 1,5	25,2 ± 1,0	24,0 ± 1,5	24,8 ± 0,5	24,7 ± 0,9	24,6 ± 1,1
Массовая доля калия, мг/100 г	180,0 ± 10,0	213 ± 11,0	228 ± 10,0	305 ± 12,0	307 ± 11,1	310 ± 11,0
Массовая доля натрия, мг/100 г	1180 ± 20,0	1100 ± 20,0	1100 ± 21,0	1190 ± 21,5	1250 ± 21,0	1280 ± 21,0
Массовая доля кальция, мг/100 г	18 ± 0,5	18 ± 0,5	15 ± 0,5	14 ± 0,5	12 ± 0,1	11 ± 0,2

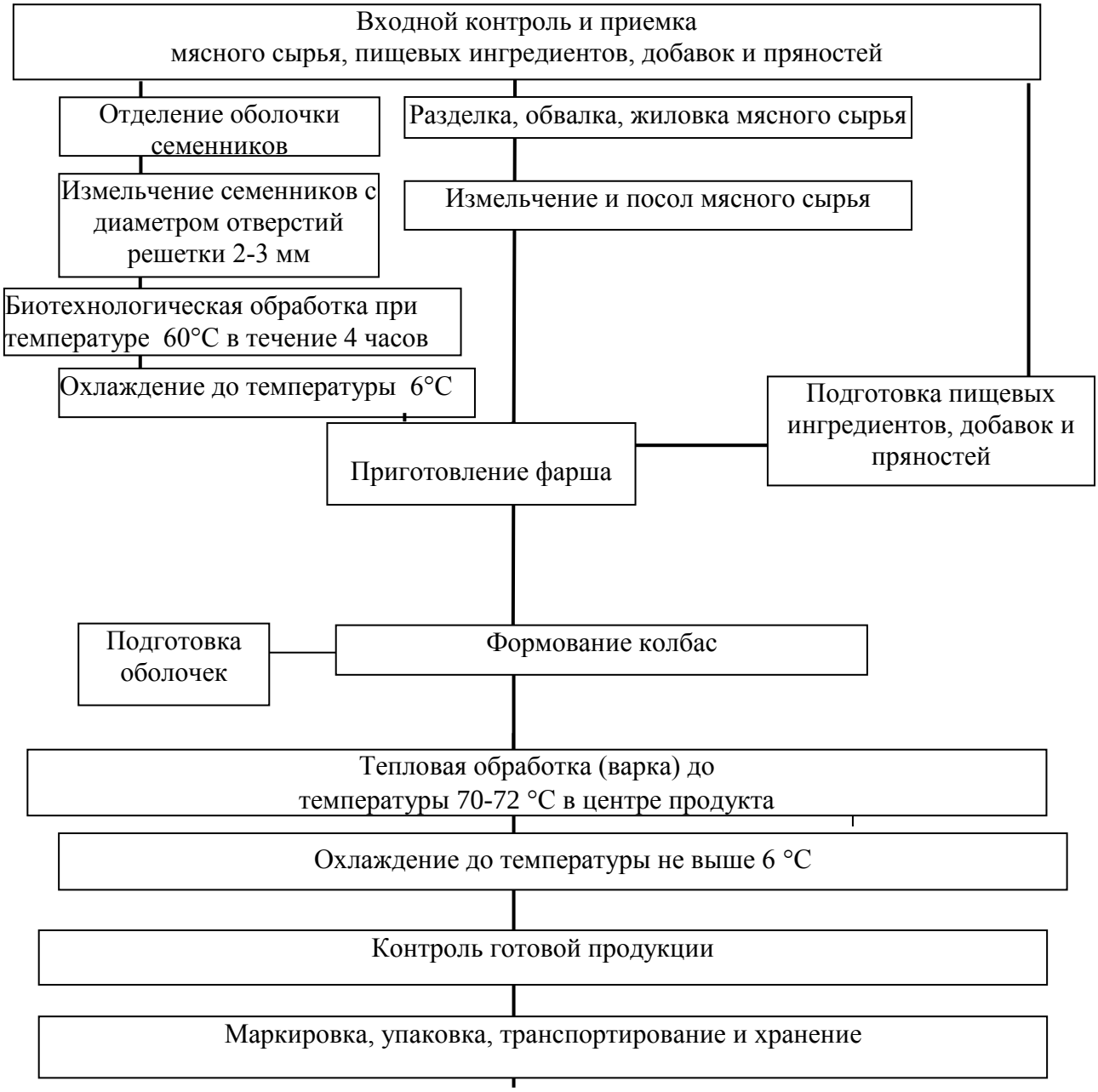


Рисунок 64 - Технологическая схема производства вареных колбас с семенниками

8.2 Новые технологии переработки субпродуктов

В последние годы чрезвычайную популярность стали приобретать новые технологии приготовления пищи такие, как су-вид. В этой технологии используются вакуум и температура обработки от 50 до 95 ^{O}C [Kathuria D. et al, 2022]. Считается, что в отличие от других традиционных способов, технология су-вид сохраняет более высокие питательные и органолептические характеристики, а также предотвращает прямой контакт пищи с кислородом [Iborra-Bernard et al, 2015].

Мясо, приготовленное су-вид, прочно вошло в число промышленно выпускаемых продуктов для реализации в торговой сети и в сети общественного питания. Исследования мяса, приготовленного по этой технологии, показали следующие преимущества:

- повышение микробиологической безопасности, в особенности в части исключения рисков роста патогенов, вызывающих пищевые инфекции, и возможность увеличения сроков годности до 120 суток и более [Ishamri, I. et al, 2022].

- исключение рисков, связанных с окислением белков и жиров, проявляющихся в развитие неприятных вкуса, запаха и цвета из-за образования малонового альдегида и/или летучих веществ – продуктов распада жиров [Ortuño, J. et al, 2021]; снижение биодоступности аминокислот из-за окисления белков [Zuhaib F. et al, 2020].

- обеспечение равномерной теплопередачи; улучшение консистенции, сочности и нежности [Baldwin D., 2012]; исключение повышения жесткости продукта [Ishamri, I. et al, 2022].

- интенсивная солюбилизация коллагена и образование желатина [Pulgar, J. et al, 2012]; активация эндогенных ферментов (катепсина и кальпаина), которые отвечают за нежность мяса посредством повышения растворимости коллагено [Pulgar J. et al, 2012].

Не смотря на большое количество опубликованных научных работ в области приготовления мясных продуктов по рассматриваемой технологии, в

качестве объетов исследования всегда выступали продукты с высоким содержанием мышечной ткани, а вот эффект применения технологии су-вид на коллагенсодержащих субпродуктах изучен не был.

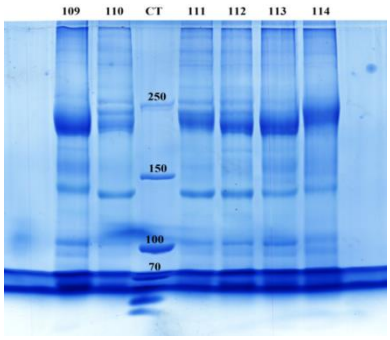
Вместе с тем, интерес к коллагенсодержащим продуктам в питании неуклонно повышается. Соединительная ткань оказывает благоприятное воздействие на работу пищеварительной системы, обусловленное спецификой свойств продуктов распада коллагена, присущих пищевым волокнам [Neklyudov A.D. 2003, Gomez-Guillen M.C. et al, 2011]. Высокие функционально-технологические показатели коллагена открывают широкие перспективы для разработки новых технологий, позволяющих заменить основное сырье и получить при этом высококачественные продукты [Gomez-Guillen M.C. et al, 2011]. Развитие новых технологий применительно к коллагенсодержащему сырью позволяет рационально использовать мало востребованные пищевые субпродукты [Зинина О.В., Тазеддинова Д.Р., 2018].

Коллагенсодержащее сырье является значимым источником железа (до 44,55 мг/100г), селена (до 62,2 мкг/100г), меди (до 0,26 мг/100г), цинка (до 2,11 мг/100г), калия (до 429 мг/100), кальция (до 81 мг/100г), магния (до 22 мг/100г), натрия (до 198 мг/100г), фосфора (до 296 мг/100г), марганца (до 0,1 мг/100г), позволяющих в значительной степени обеспечить удовлетворение суточной потребности в данных микронутриентах. Коллагенсодержащее сырье содержит оптимальное соотношение Ca:P – 1:2,0 и 1:0,8 (шкурка, уши свиные и рубец), Ca:Mg – 3,9:1; 3,0:1; 0,7:1 (шкурка, уши свиные и легкие) и Na:K – 1: (0,3–5,1) (селезенка, легкие, шкурка, уши свиные и рубец). Использование коллагенсодержащих субпродуктов позволит повысить содержание минеральных веществ в рационе питания [Мелещеня А.В. и др., 2019].

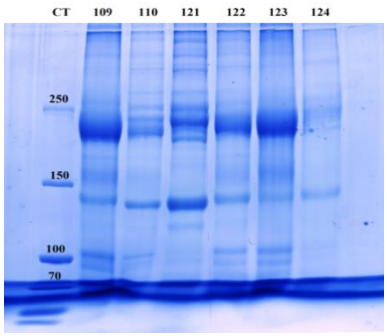
Принимая во внимания преимущества технологии су-вид и возможность расширения направлений использования коллагенсодержащих субпродуктов за счет применения этой технологии, в рамках работы были

проведены исследования по разработке низкотемпературной технологии обработки свиных ушей. Было изучено влияние разных параметров низкотемпературной тепловой обработки в бескислородной среде на трансформацию основных нутриентов сырья с целью получения продукта с высокими потребительскими характеристиками. Для этого субпродукты (уши свиные) подвергали варке при различных температурах - 55 °С, 60 °С, 65 °С, 70 °С, 75 °С, 80 °С и с разной продолжительностью - 4, 8, 12, 16 ч.

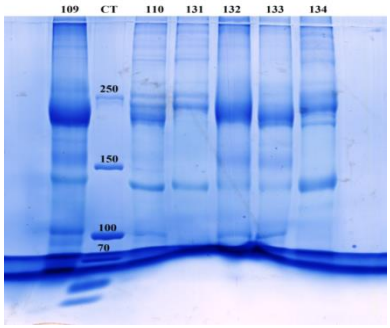
Анализ молекулярно-массового распределения белков (рис. 65) показал снижение количества высокомолекулярных фракций, что связано с протеканием деструктивных изменений, вызванных повышением температуры с 55 °С до 80 °С. При этом происходило интенсивное преобразование белков с более низкими молекулярными массами, лежащими в пределах 60-70 кДа.



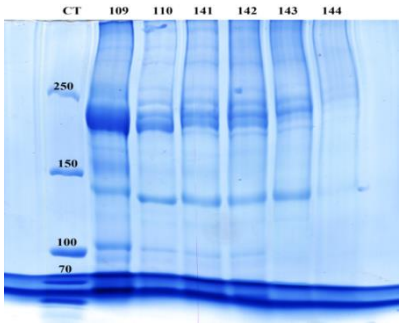
а) варка при Т= 55 °С



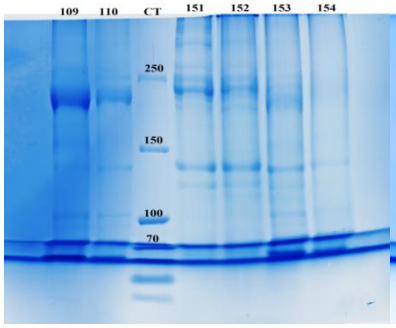
б) варка при Т= 60 °С



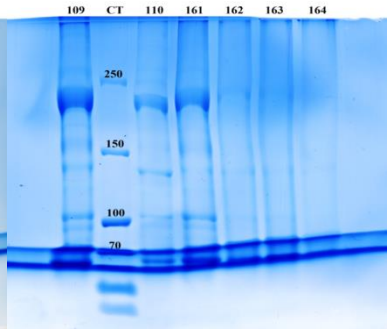
в) варка при Т= 65 °С



г) варка при Т= 70 °С



д) варка при Т= 75 °С



е) варка при Т= 80 °С

Рисунок 65 - Электрофореграмма образцов свиных ушей при различных температурах варки

В образцах, подвергнутых тепловой обработке при 55 °С в течение 4,0 ч, четко визуализировались пятна, соответствующие белкам с молекулярной массой 250-220 кДа, 138 кДа и 70-60 кДа. Увеличение продолжительности тепловой обработки способствовало иллюминации белковых фракций, очевидно, в виду их денатурации. Тепловая обработка в течение 16 ч способствовала визуализации белков средней массы. Таким образом, увеличение продолжительности обработки приводило к нивелированию

белков ~300 кДа с образованием белков с молекулярной массой 70-60 кДа. Полученные результаты, очевидно, можно объяснить степенью и скоростью нагрева продукта. Так, при 55 °С количество визуализированных белковых фракций составляло не менее 10 в образцах, подвергнутых температурному воздействию в течение 16 ч. Увеличение температуры на 25 °С приводило к иллюминации белковых фракций, в результате чего на электрофорическом спектре образцов сохранилось только 4 фракции. Полученные отличительные особенности объяснялись тем, что температуры, используемые для обработки свиных ушей, были близки к температуре денатурации большинства мышечных белков.

Изменение молекулярной массы белков должно было способствовать изменению аромата готового продукта. Для количественной оценки интенсивности аромата опытных образцов свиных ушей были проведены мультисенсорные исследования (рис. 66). В процессе варки при различных параметрах - температуре (55, 60, 65, 70, 75, 80) °С и продолжительности (4, 8, 12, 16) ч - происходило увеличение интенсивности запаха образцов, о чем свидетельствовали площади «визуальных отпечатков запаха».

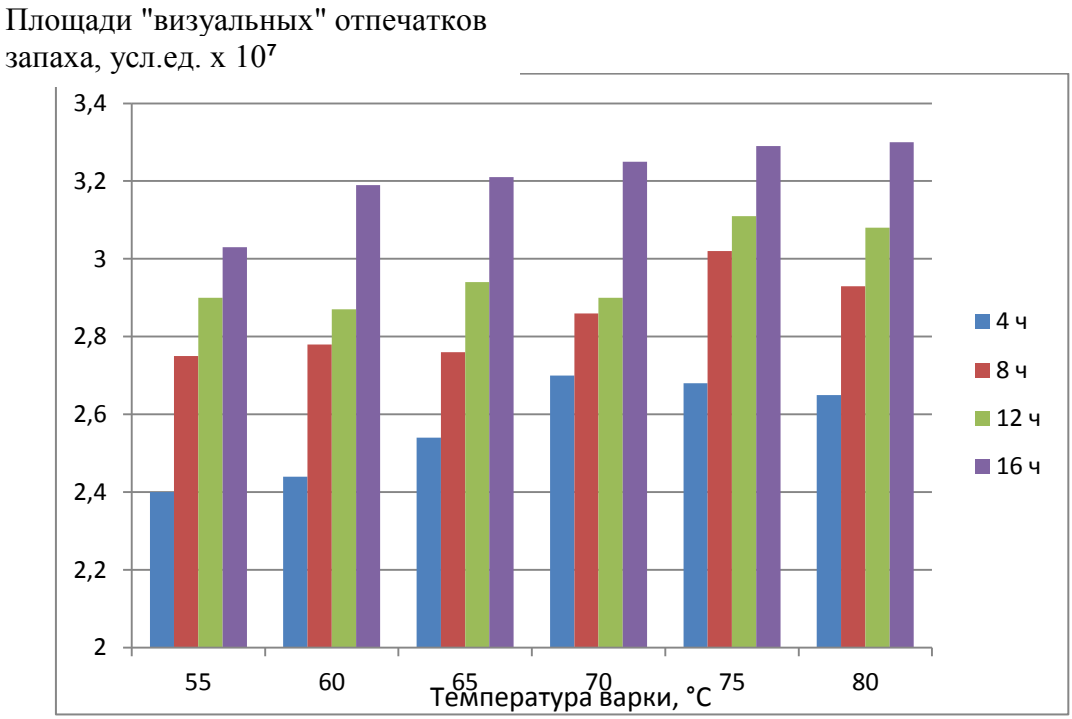


Рисунок 66 - Площади мультисенсорного профиля образцов ушей свиных в зависимости от разных температур варки

Увеличение площади «визуальных отпечатков запаха» было связано с глубиной трансформации белков и повышением количества свободных аминокислот и низкомолекулярных азотсодержащих соединений.

Определение свободных аминокислот показало, что при увеличении температуры и продолжительности варки наблюдалось увеличение свободных аминокислот: глутаминовой кислоты – на 3,25 ÷ 24,03 %, аланина – на 3,08 ÷ 29,2 %, тирозина – на 1,37 ÷ 45,2 %, серина – на 1,96 ÷ 47,06 %, фенилаланина – на 9,09 ÷ 58,18%. Это положительно влияло на вкус и аромат готовой продукции. Максимально высокое содержание вышеуказанных аминокислот (кроме глутаминовой кислоты) было достигнуто в результате тепловой обработки при температуре 70 °С в течение 12 ч. Также, установлено, что в образцах сохранялось больше аминокислот, усиливающих аромат продукта, таких как изолейцин (на 46,66 %) и лейцин (на 5,71 %) при тепловой обработке в течение 8 ч при температуре 75 °С.

При длительной низкотемпературной обработке ожидалось достижение эффекта размягчения соединительной ткани. Это было подтверждено исследованиями структурно-механических характеристик. Варка в течение 16 ч при различных температурных режимах - 55 °С, 60 °С, 65 °С, 70 °С, 75 °С, 80 °С - позволила снизить значения напряжения сдвига на 29,9 %, 39,5 %, 56 %, 92,3 % , 92,4 % и 96,7 %, соответственно (рис. 67). Полученные результаты были подтверждены органолептическими исследованиями, которые установили, что консистенция образцов, изготовленных при различных температурных режимах - 55 °С, 60 °С, 65 °С - была более плотной, очевидно в виду больших потерь при термической обработке. В то же время дегустаторами было отмечено, что образцы, изготовленные при температуре 80 °С, характеризовались рыхлой консистенцией. Наиболее приемлемыми образцами по органолептическим характеристикам (внешнему виду, консистенции, вкусу) были образцы, изготовленные при температуре 70 °С, продолжительности 12 ч и температуре 75 °С, продолжительности 8 ч.

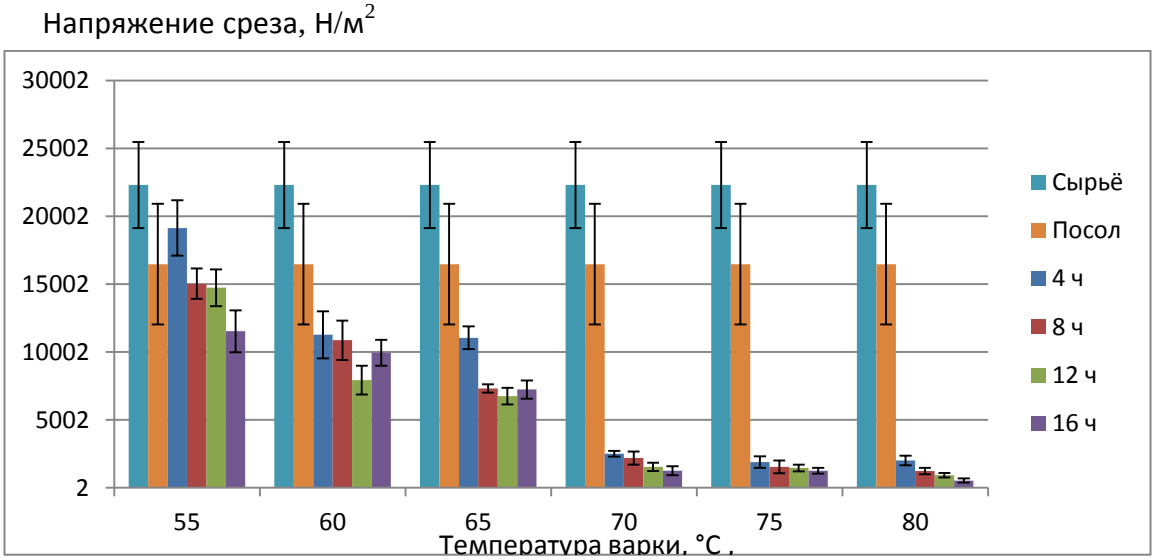


Рисунок 67 - Структурно-механические характеристики образцов свиных ушей в зависимости от температуры варки

На основании исследований потребительских характеристик (органолептических, структурно-механических, физико-химических) обоснованы оптимальные параметры низкотемпературной обработки свиных ушей: варка при температуре при 70 °С и продолжительностью 12 ч или варка при температуре 75 °С в течение 8 ч.

Глубина микроструктурных изменений была подтверждена гистологическими исследованиями образцов, приведенными на рисунках 68-69. Микроструктура образцов, подвергнутых тепловой обработке при 55 °С, при разной продолжительности не имеет существенных отличий. Архитектоника основных структурных элементов образцов сохранена. Клетки надхрящницы отчетливо выражены, структура хондроцитов не имела каких-либо существенных отличий от исходного образца. Коллагеновые пучки соединительной ткани не набухшие, плотно прилегали друг к другу. В отдельных пучках коллагеновые волокна - набухшие или слегка разрыхлены. Структура жировой ткани подкожной клетчатки и желез - аналогична исходному образцу.

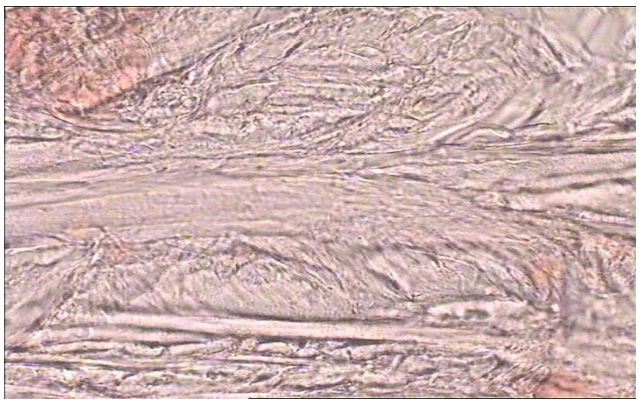


Рисунок 68 – Микроструктура образца после варки при 55 °С. Толстые пучки коллагеновых волокон сетчатого слоя дермы. Ув.340х

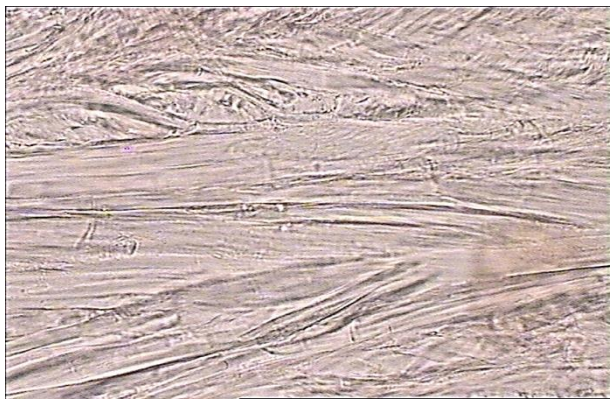


Рисунок 69 - Микроструктура образца после 70 °С. Деструкция пучков коллагеновых волокон сетчатого слоя дермы. Ув.340х.

Микроструктурные исследования образцов, подвергнутых тепловой обработке при 70 °С, показали следующее. Хрящевая ткань базофильна, межклеточное вещество набухшее, гомогенно, целостность эластических волокон местами нарушена. Отмечалось частичное разрушение лакун и хондроцитов. Клетки надхрящницы – слившиеся, плотно прилегавшие к сетчатому слою дермы. Пучки соединительной ткани - набухшие, местами слившиеся, границы между ними не различимы, в результате деструкции коллагеновой ткани формировались участки заполненные глютином. Жировая ткань подкожной клетчатки характеризовалась набуханием и частичным разрушением стенок липоцитов. Структура потовых и сальных желез была гомогенна, просвет не выявлялся.

По результатам исследований была разработана технология вареных свиных ушей. Технологическая схема производства приведена на рисунке 70.

Рисунок 70 - Технологическая схема производства вареных свиных ушей

8.3 Новые технологии подготовки субпродуктов для производства мясной продукции

На основании проведенных исследований по изучению направления использования субпродуктов, образующихся при первичной переработке свинины, было установлено, что часть из них не может быть реализована конечному потребителю в натуральном виде, например, свиные желудки, поскольку имеет визуальные дефекты. Часть субпродуктов имеет «специфические» вкусовые характеристики, которые делают их непривлекательными для потребителей. Учитывая вышеизложенное, были разработаны субпродуктовые смеси с учетом их химического и

морфологического состава. Для определения возможного соотношения субпродуктов в смеси изначально определяли pH для ряда субпродуктов, полученные результаты приведены на рисунке 71. Определение pH субпродуктов проводили через 24 часа после получения на этапе первичной переработки свиней. Иследования были выполнены на 177 комплектах субпродуктов, полученных на нескольких предприятиях. Полученные данные свидетельствуют, что pH субпродуктов выше чем у свинины. Наибольшее значение pH отмечено у легких – до 35% имели pH в диапазоне от 7,0-7,09, что может быть объяснено наличием в них крови.

Соотношение субпродуктов подбирали, опираясь не только на образующиеся объемы, но и исходя из содержания в них общего и соединительнотканного белка. В результате в смесь вошли следующие субпродукты: желудок, легкие, пищевод с прилегающим мясом, диафрагма, свиная мясная обрезь и селезенка. Пищевая ценность разработанной смеси субпродуктов в сравнении с жилованной говядиной и свининой приведена на рисунке 72.

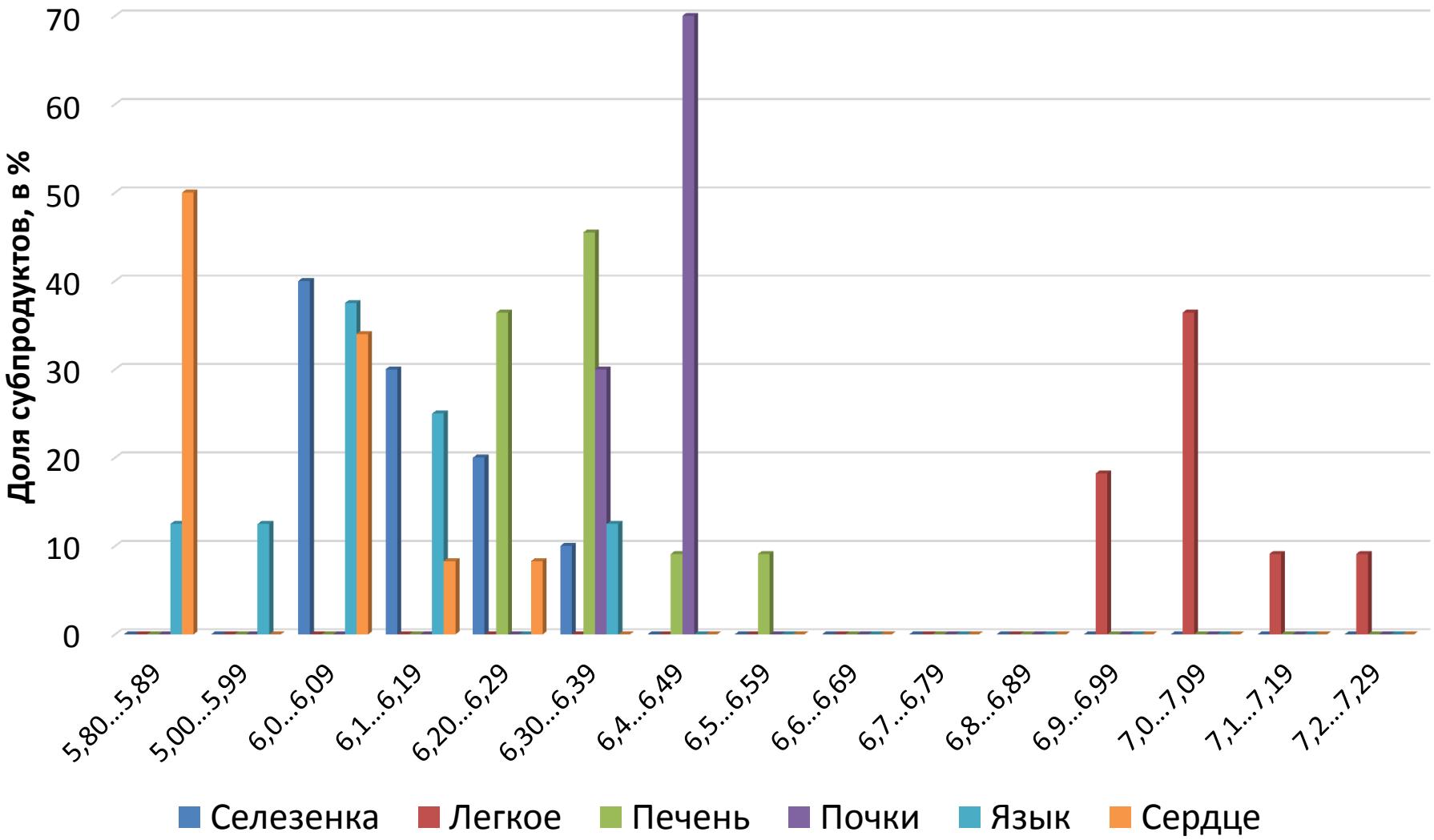


Рисунок 71 – Распределение субпродуктов по pH 2

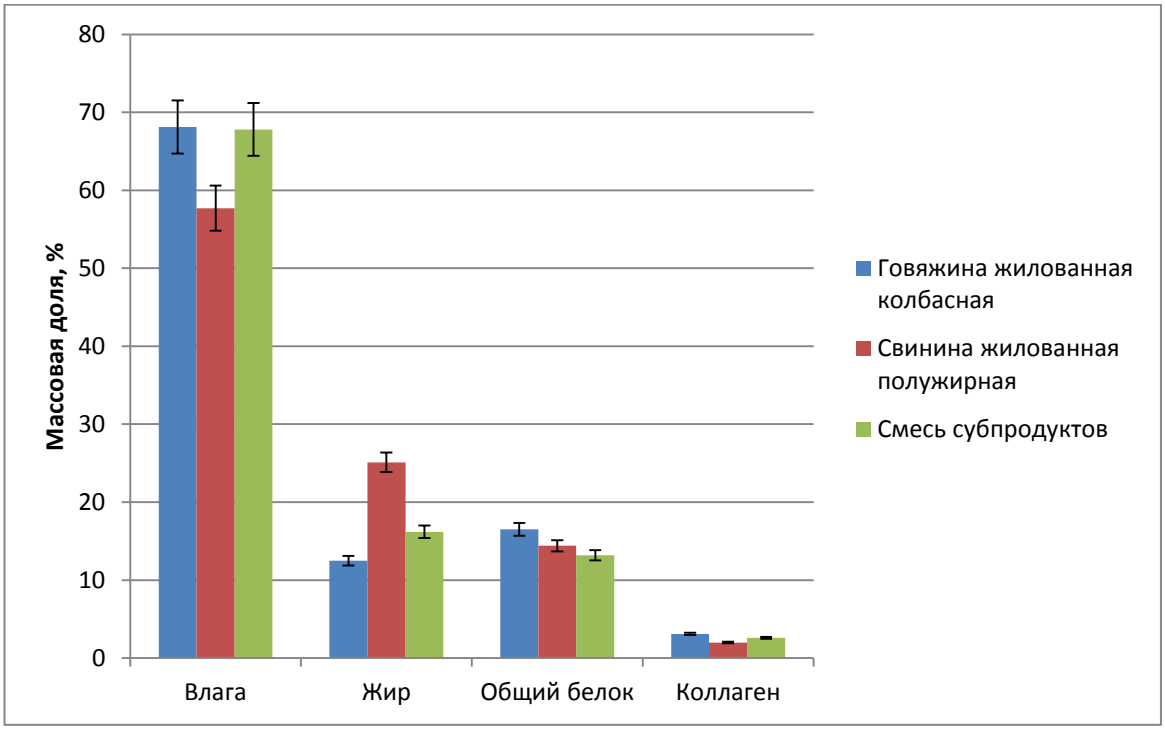


Рисунок 72 - Химический состав смеси субпродуктов в сравнении с составом жилованного мяса. Данные по свинине и говядины – по [Салаватулина Р.М., 2005].

Результаты определения аминокислотного состава субпродуктовой смеси в сравнении с говядиной приведены на рисунке 73.

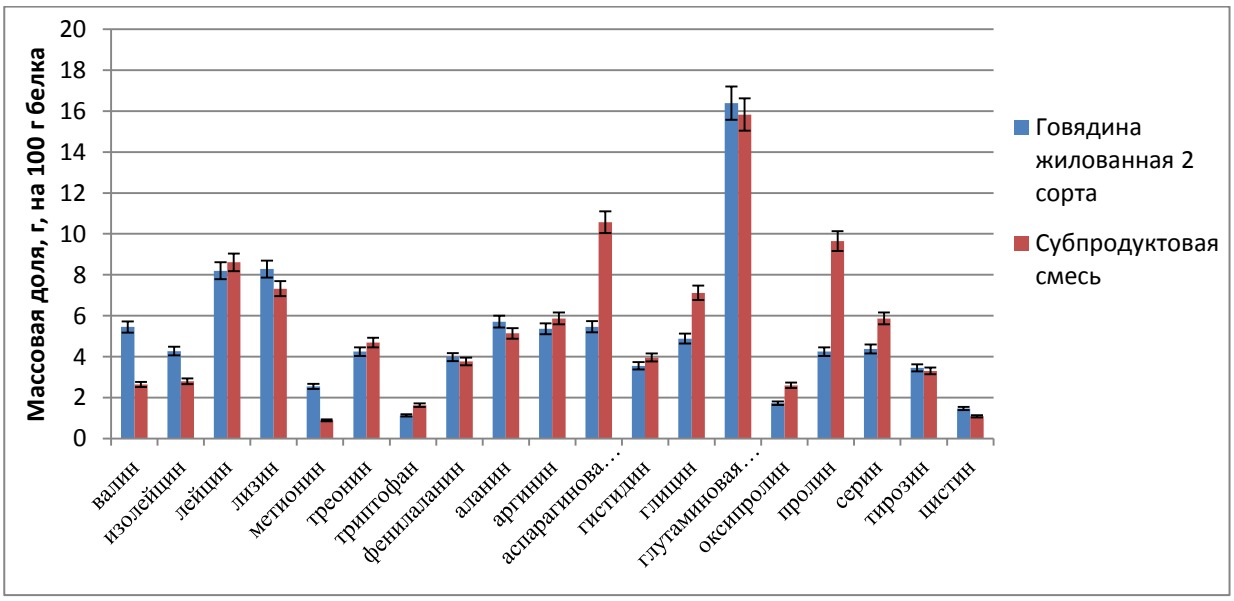


Рисунок 73 - Аминокислотный состав смеси субпродуктов в с равнении с говядиной [справочник «Химический состав мяса» авт. Лисицын А.Б., Чернуха И.М. и др].

Смесь субпродуктов содержит все незаменимые аминокислоты. Общая сумма незаменимых аминокислот составила 32 г/100 г белка, что на 16% мельше, чем в говядине. Таким образом, в смеси содержится меньше валина, изолейцина, метионина, но больше треонина, глутаминовой кислоты, оксипролина, глицина.

Отношение триптофана к оксипролину, характеризующее соотношение полноценных и неполноценных белков для разработанной смеси составило - 0,626, для говядины второго сорта - 0,653.

Стоит отметить, что при переработке субпродуктов, учитывая сложившуюся производственную практику, большую их часть подвергают, как правило, двукратному нагреванию (бланшировке или варке, а затем окончательной варке), что приводит к изначительным потерям питательных веществ. Разработанная технология субпродуктовых смесей позволяет применять однократную термическую обработку, что способствует максимальному сохранению их пищевой ценности.

Для большей возможности реализации смесей субпродуктов, например, на мясоперерабатывающие предприятия, были проведены исследования по их хранению при температуре минус 18 ^{0}С. Было установлено, что субпродуктовые смеси не изменяют показатели качества и безопасности в течение 90 суток после производства при температуре минус 18 ^{0}С.

Разработанные смеси субпродуктов использовали при производстве вареных и полукопченых колбасных изделий взамен свинины жилованной. Для определения оптимальной дозировки внесения, субпродуктовые смеси добавляли в количестве от 5 до 30%. Проведенные исследования пищевой ценности и органолептических характеристик выработанной продукции показали, что оптимальным является использование разработанных смесей в количестве до 20% взамен жилованной свинины при производстве вареных колбасных изделий и до 15% взамен жилованной свинины при производстве полукопченых колбасных изделий. Технологическая схема производства колбасных изделий с субпродуктовой смесью приведена на рисунке 74.

Результаты определения химического состава и проведения органолептической оценки по 5-ти балльной шкале колбас, выработанных со смесями субпродуктов, приведены в таблице 38.

Таблица 38 - Химический состав и органолептическая оценка колбасных изделий

Наименование показателя	Значение показателя для колбасных изделий			
	Вареная колбаса (контроль)	Вареная колбаса с содержанием 20 % смеси субпродуктов	Полукопченая колбаса (контроль)	Полукопченая колбаса с содержанием 15 % смеси субпродуктов
Массовая доля влаги, %	72,4±1,2	65,25±0,4	50,4±2,0	52,6±1,1
Массовая доля жира, %	10,5±0,1	18,5±0,1	22,4±2,5	20,2±2,3
Массовая доля общего белка, %	12,4±0,1	14,3±0,3	22,7±1,2	22,1±1,1
Массовая доля соединительнотканного белка, %	1,07±0,03	1,38±0,01	2,0±0,03	2,0±0,02
Выход, %	121,0±4,0	119,0±3,2	83,0±2,7	85,0±3,0
Общая органолептическая оценка, баллы	5,0	4,5	5,0	5,0

Образцы вареных и полукопченых колбас имели высокие показатели пищевой ценности и органолептических характеристик. По органолептическим показателям вареные колбасы не имели достоверных различий по консистенции и вкусу. Ни один из дегустаторов не отметил наличия запаха и вкуса, присущего субпродуктам. В то же время цвет был более интенсивным и с нехарактерным оттенком, за счет селезенки, присутствующей в смеси субпродуктов. Именно из-за более интенсивного цвета общая органолептическая оценка составила – 4,5 балла. Полукопченые колбасы оценены по всем показателям на 5 баллов. За счет более низкого выхода, характерного для полукопченых колбас, по сравнению с вареными колбасами, содержание общего и полноценного белка было выше. Опираясь

на полученные результаты, были разработаны рецептуры вареных и полукопченых колбас с использованием смеси свиных субпродуктов: вареные колбасные изделия: колбасы «Ветчинная», «Сельская», «Обеденная», сардельки «Студенческие», шпикачки «Дачные»; полукопченые колбасные изделия: «Фермерская», «Сельская», «Домашняя», «Пряная», «Кубанская».

Рисунок 74 - Технологическая схема производства вареных колбас с субпродуктовой смесью

Разработанные вареные колбасы «Ветчинная», «Сельская» и сардельки имеют сходные значения по содержанию общего и соединительнотканного белка. Колбаса «Обеденная» и шпикачки имеют более высокую калорийность, за счет большего количество жирного сырья в рецептуре. Во всех разработанных колбасных изделиях, содержание полноценного белка сопоставимо с его содержанием в вареных колбасных изделиях, вырабатываемых по ГОСТ 23670. По органолептическим показателям разработанные вареные колбасы имели одинаковые показатели по цвету, консистенции и вкусу, не было выявлено запаха и аромата, присущего субпродуктам. За счет селезенки, присутствующей в смеси субпродуктов, и подбору остальных мясных рецептурных ингредиентов, учитывая предварительные результаты (таблица 38) цвет колбас был интенсивно розовый и не менялся при окислении на свету. Предпочтительная оценка, полученная на дегустации, была высокая – 4,8-5,0 балла. Содержание белка в вареных колбасах составило не менее 10,4-14,5%, в сардельках - 12,9%, в шпикачках-10,7%. Содержание жира, соответственно, составило не более для колбас 20-28%, для сарделек-25%, для шпикачек - 30%. Был рекомендован выход (в % к массе несоленого сырья) для колбас - 116-119%, для сарделек - 118%, для шпикачек – 115%. При разработке документации установлены следующие сроки годности вареных колбасных изделий при температуре воздуха от 0 °С до 6 °: для колбас от 5 до 30 суток; для сарделек от 5 до 15 суток; для шпикачек – 5 суток.

Разработанные полукопченые колбасы имеют более высокую органолептическую оценку и более высокое содержание общего и полноценного белка за счет выхода готовой продукции. Содержание белка в полукопченых колбасах составило не менее 15,3-22,1%, содержание жира не более - 28-36%. Были установлены выход готовой продукции (в % к массе несоленого сырья) - 85-88% и сроки годности при температуре хранения от 0 до 6 °С - 40 суток.

В результате проведенных работ, были разработаны следующие документы: ТУ 9212-065-00419779-14 «Блоки из субпродуктов замороженные» и технологическая инструкция (Приложение Ж). ТУ 9212-069-00419779-14 «Колбасы полукопченые с субпродуктами» и технологическая инструкция (Приложение З). ТУ 9212-070-00419779-14 «Изделия колбасные вареные с субпродуктами» и технологическая инструкция (Приложение И)

8.4 Новые рецептуры мясной продукции, предусматривающие использование субпродуктов

Проведенные исследования органолептических характеристик различных свиных субпродуктов и определение веществ, которые характерны для каждого наименования позволили разработать новые или усовершенствовать имеющиеся рецептуры колбасных изделий из термических ингредиентов, таких как колбасы кровяные, колбасы ливерные и паштеты мясные и мясосодержащие, вошедшие в последствие в национальные стандарты (Приложение Г, Приложение Д, Приложение Е).

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 ($p<0,005$), 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, -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 в общем количестве образцов -16,7% и 44,44% образцов не имели признаков миопатии.

8. Разработаны частные технологии мясной продукции, предусматривающие расширение объемов использования побочного сырья. Проведенные комплексные исследования семенников свиных соответствуют разработанной научной концепции по увеличению доли субпродуктов, используемых на пищевые цели, в части рассмотрения фактора получения новых научных знаний о ранее не используемых продуктах. 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 ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Acebrón, L.B. The importance of intrinsic and extrinsic cues to expected and experienced quality: An empirical application for beef./Acebrón L.B., Domingo C.D. //Food Quality and Preference.–2000.–11-P.229–238

Adzitey, F. Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: Causes and measures to reduce these incidences-a mini review/Adzitey F., Nurul H. //Journal of Agricultural and Food Chemistry.–2020.-68.- P. 856-868

Ahremko, A.G. Application of two-dimensional electrophoresis method for assessing meat products composition on model stuffing example. /Ahremko A.G // Food systems.–2019.-3-P. 46-48. Doi:10.21323/2071-2499-2019-3-46-48

Akhremko, A. Adaptation of two-dimensional electrophoresis for muscule tissue analysis./Akhremko A., Vasilevskaya E., Fedulova L.//Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences.–2020.-14(1).-P.595-601. Doi:10.5219/1380

Akyar, I. Latest Research into Quality Control Principle of Meat Aroma Flavors and Future Prospect./Akyar I.//BOOK.–2012-P.516. DOI:10.5772/45955

Alao, B. Consumers Preference and Factors Influencing Offal Consumption in Amathole District Eastern Cape, South Africa./Alao B., Falowo A., Chulayo, A., & Muchenje V.//Sustainability.–2018-10(9)-P. 3323. Doi:10.3390/su10093323

Alvseike, O. Meat inspection and hygiene in a Meat Factory Cell – An alternative concept./Alvseike O., Prieto M., Torkveen K., Ruud C., Nesbakken T.// Food Control.–2018.-Vol. 90.-P. 32–39

Amicarelli, Vera. Material flow analysis and sustainability of the Italian meat industry./Amicarelli Vera, Roberto Rana, Mariarosaria Lombardi, Christian Bux// Journal of Cleaner Production.–2021.-Vol.299.-P.126902. Doi:10.1016/j.jclepro.2021.126902

Apostolos, P. Relation of biogenic amines to microbial and sensory changes of precooked chicken meat stored aerobically and under modified atmosphere packaging at 4 °C./Apostolos P., Irene C., Evangelos K.P., Ioannis S., Michael G.K. //European Food Research and Technology.–2006.- 223 -P. 683-689

Arguello, H. Role of Slaughtering in Salmonella Spreading and Control in Pork Production./Arguello H., Álvarez-Ordoñez A., Carvajal A., Rubio P., Prieto M. //Journal of Food Protection.–2013.-Vol.76-№ 5.-P. 899–911

Baer, A.A. Pathogens of Interest to the Pork Industry: A Review of Research on Interventions to Assure Food Safety/ Baer A.A., Miller M.J., Dilger A.C.// Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.–2013.-Vol. 12.-№ 2.-P. 183–217

Balamatsia, C.C. Correlation between microbial flora, sensory changes and biogenic amines formation in fresh chicken meat stored aerobically or under modified atmosphere packaging at 4 °C: Possible role of biogenic amines as spoilage indicators/C.C.Balamatsia, E.K. Paleologos, M.G. Kontominas, I.N. Savvaidis//Antonie van Leeuwenhoek.–2006.-89.-P.9-17

Baldwin D. Sous vide cooking: A review./Baldwin D.// International Journal of Gastronomy and Food Science.–2012.-vol.1.-1.-P.15-30. DOI:10.1016/j.ijgfs.2011.11.002

Barton-Gade, P. Preliminary observations on the behaviour and meat quality of free range pigs./Barton-Gade, P., Blaabjerg, L.O// Proceedings of the 35th international congress of meat science and technology.–1989.-P. 1002–1005.

Bauerl, F.T, Prevalence of Clostridium perfringens in Pork during Processing/ F.T Bauerl, J. A. Carpenter, J. 0. Reagan//Journal of Food Protection.–1981-VOL. 44.-P.279-283. Doi:10.4315/0362-028X-44.4.279

Bearth, A. The whole beast: Consumers' perceptions of and willingness-to-eat animal by-products/Bearth Agenda, Kewalin Khunnutchanart, Oriana Gasser, Nicole Hasler//Food Quality and Preference.–2021.- 89.-P. 104144

Bee, G. Free-range rearing of pigs during the winter: Adaptations in muscle fiber characteristics and effects on adipose tissue/Bee G., Guex G., Herzog W// Journal of animal science.–2004-82(4)-P.1206-1218 DOI:10.2527/2004.8241206X

Beretta, C. Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland/ C. Beretta, F. Stoessel, U. Baier, S. Hellweg//Waste Manag.–2013.-33(3)-P. 764-773. Doi:10.1016/j.wasman.2012.11.007.

Blanchard, P.J. The influence of rate of lean and fat tissue development on pork eating quality/ Blanchard P.J. , Ellis M., Warkup C.C., Hardy B., Chadwick J.P., Deans G.A.//Animal Science.–1999.-68.-P. 477–485

Blank, I. Sensory Relevance of Volatile Organic Sulfur Compounds in Food/ Imre Blank//ACS Symposium Series.–2002.-856.-P. 25-53. DOI:10.1021/bk-2002-0826.ch002

Blokhuis, H. The Welfare Quality Project and Beyond: Safeguarding Farm Animal Well-Being/ H. Blokhuis, I. Veissier, M. Miele, B. Jones D/Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science.–2010.-60(3)-P. 129-140. DOI:10.1080/09064702.2010.523480

Blömke, L. Automated assessment of animal welfare indicators in pigs at slaughter/ Blömke L., Kemper N.//International Conference on the Epidemiology and Control of Biological, Chemical and Physical Hazards in Pigs and Pork. Iowa State University, Digital Press–2017.-P. 241–244

Bollaerts, K.E. Development of a Quantitative Microbial Risk Assessment for Human Salmonellosis Through Household Consumption of Fresh Minced Pork Meat in Belgium /Bollaerts K.E., Messens W., Delhalle L., Aerts M., Van der Stede Y., Dewulf J., Quoilin S., Maes D., Mintiens K., Grijspeerdt K.//Risk Analysis.–2009. -Vol. 29.-№ 6.-P. 820–840

Bonneau, M. Production systems and influence on eating quality of pork./ Bonneau M., Lebret, B.//Meat Science.–2010.-84.-P. 293–300

Botcha, E. Hazard identification in swine slaughter with respect to foodborne bacteria/ Botcha, Elizabet, Truls Nesbakkenb, Hardy Christensen//International Journal of Food Microbiology.–1996.-30-P. 9-25

Botreau, R. Definition of criteria for overall assessment of animal welfare./ Botreau R., Veissier I., Butterworth A, Bracke MBM and Keeling L. J.//Animal Welfare.–2007.-16-P. 225–228

Botteldoorn, N. Salmonella on pig carcasses: positive pigs and cross contamination in the slaughterhouse./N. Botteldoorn, M. Heyndrickx, N. Rijpens,

K. Grijspeerdt, and L. Herman.//Journal Applied Microbiology.–2003.-95-P. 891–903.

Brewer, M.S. Volatile compounds and sensory characteristics of frying fats./ Brewer M.S., Vega J.D., Perkins E.G.//Journal of Food Lipids. –2007.-6(1).-P.47-61. DOI:10.1111/j.1745-4522.1999.tb00132.x

Buncic, S. From traditional meat inspection to development of meat safety assurance programs in pig abattoirs/ Buncic Sava, Lis Alban, Bojan Blagojevic // The European situation Food Control.–2019.-P.106. Doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.06.031

Buncic, S. From traditional meat inspection to development of meat safety assurance programs in pig abattoirs – The European situation/ Buncic S., Alban L., Blagojevic B.//Food Control.–2019.-Vol.106.-P.106. DOI:10.1016/j.foodcont.2019.06.031

Burin, R.C.K. Influence of lactic acid and acetic acid on Salmonella spp. growth and expression of acid tolerance-related genes/Burin R.C.K., Silva A., Nero L.A.//Food Research International.–2014.-Vol. 64.-P. 726–732

Burns, M., Role of Glutaredoxin-1 and Glutathionylation in Cardiovascular Diseases./ Burns, M., Rizvi, S., Tsukahara, Y., Pimentel, D. R., Luptak, I., Hamburg, N. M., Matsui, R., Bachschmid, M. M.//International journal of molecular sciences.–2020.-21(18).-P. 6803. Doi:10.3390/ijms21186803

Calzada, J. Reducing Biogenic-Amine-Producing Bacteria, Decarboxylase Activity, and Biogenic Amines in Raw Milk Cheese by High-Pressure Treatments,/ J. Calzada, A. del Olmo, A. Picón, P.Gaya, M. Nuñez//Appl. Environ. Microbiol.–2013.-79(4)-P. 1277-1283

Canada, J. C. Response of Clostridium perfringens spores and vegetative cells to temperature variation. / J. C. Canada, D. H. Strong and L. G. Scott. //Appl. Microbial.–1964.-12.-P. 273-276. DOI:10.1128/am.12.3.273-276.1964

Casaburi, A. Spoilage-related activity of Carnobacterium maltaromaticum strains in air-stored and vacuum-packed meat. / Casaburi A, Nasi A, Ferrocino I, et

al.//Appl Environ Microbiol.–2011-77(20).-P.7382-7393. Doi:10.1128/AEM.05304-11

Casas, M. Hepatitis E virus and pigs: A zoonotic risk in Europe?/Casas M., Martín M.//The Veterinary Journal.–2010.-Vol. 186.-№ 2.-P. 135–136.

Channon, H.A. Effect of Duroc content, sex and ageing period on meat and eating quality attributes of pork loin./Channon H.A., Kerr, M. G., and Walker, P. J.//Meat Science.–2004.-66.-P. 881-888.

Chao, K. Spectral line-scan imaging system for high-speed non-destructive wholesomeness inspection of broilers/ Chao K., Yang C.-C., Kim M.S. //Trends in Food Science & Technology.–2010.-Vol. 21.-№ 3.-P. 129–137.

Choi, Y.-S. Quality characteristics of replacing pork hind leg with pork head meat for hamburger patties./Choi, Y.-S., Jeon, K.-H., Ku, S.-K., Sung, J.-M., Choi, H.-W., Seo, D.-H., ... Kim, Y.-B.//Korean Journal of Food and Cookery Science.–2016.-32(1).-P. 58–64.

Choi, Y.-S. Replacement of pork meat with pork head meat for frankfurters./ Choi, Y.-S., Hwang, K.-E., Kim, H.-W., Song, D.-H., Jeon, K.-H., Park, J.-D., Kim, C.-J.//Korean Journal for Food Science of Animal Resources.–2016.- 36(4).-P. 445.

Jung-Whan, C. Microbiological Evaluation of Pork and Chicken By-Products in South Korea / Jung-Whan C., Hae-In Jung , Min Kuk, Jong-Soo Lim, Kun-Ho Seo, Soo-Ki Kim//Journal of Food Protection.–2016.-79(5).-P. 715-22. Doi: 10.4315/0362-028X.JFP-15-395.

Clinquart, A. Défaut viande déstructurée: association avec les caractéristiques de la carcasse, de la viande fraiche en Belgique (Région wallonne)/ A. Clinquart, N. Korsak, N. Harmegnies, R. Vanleyssem, A. Vautier, M. Aluwé (3), S. Renard// Journées Recherche Porcine.–2021.-53.-P. 37-42. (in French)

Circella, E. Pseudomonas azotoformans Belonging to Pseudomonas fluorescens Group as Causative Agent of Blue Coloration in Carcasses of Slaughterhouse Rabbits /Circella Elena, Antonella Schiavone, Roberta Barrasso,

Antonio Camarda, Nicola Pugliese, Giancarlo Bozzo//Animals.–2020-10(2).-P. 256. Doi.org/10.3390/ani10020256

Coates, K. J. The contribution of carcass contamination and the boning process to microbial spoilage of aerobically stored pork / K.J. Coates, J.C. Beattie, I.R. Morgan, P.R. Widders//Food Microbiology.–1995.-12- P. 49-54

Cobanovic, N. Effects of various pre-slaughter conditions on pig carcasses and meat quality in a low-input slaughter facility./Čobanović, N., Bošković, M; Vasilev, D; Dimitrijević, M; Parunović, N; Djordjević, J; Karabasil, N//South African Journal of Animal Science.–2016.-46(4).P.380. Doi:10.4314/sajas.v46i4.6

Commission Delegated Regulation (EU) 2017/1182 of 20 April 2017 supplementing Regulation (EU) No 1308/2013 of the European Parliament and of the Council as regards the Union scales for the classification of beef, pig and sheep carcasses and as regards the reporting of market prices of certain categories of carcasses and live animals

Costa, Nanni L. Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype/ Costa, Nanni L., Lo Fiego D.P., Dall'Olio S., Davoli R., Russo V.//Meat Science.–2002.-61.-P. 41–47. Doi:10.1016/S0309-1740(01)00160-7

Costa, D. Effects of applying pre-slaughter feed withdrawal at the abattoir on behaviour, blood parameters and meat quality in pigs./Costa, Dalla, F.A., Devillers, N., da Costa, M. P., & Faucitano, L. //Meat Science.–2016.-119.-P. 89-94

Crump, J.A. Bacterial Contamination of Animal Feed and Its Relationship to Human Foodborne Illness/Crump J.A., Griffin P.M., Angulo F.J.//Clinical Infectious Diseases.–2002. -Vol. 35-№ 7.-P. 859–865

Das, N. The membrane complement regulatory protein CD59 and its association with rheumatoid arthritis and systemic lupus erythematosus./ Das N., Anand D., Biswas B., Kumari D., Gandhi M.//Current Medicine Research and Practice.–2019.- 9(5).-P.182-188. Doi:10.1016/j.cmrp.2019.07.013

Dargatz, D.A. Characterization of Escherichia coli and Salmonella enterica from Cattle Feed Ingredients/ Dargatz D.A., Strohmeyer R.A., Morley P.S., Hyatt D.R., Salman M.D.//Foodborne Pathogens and Disease.–2005.-Vol. 2.-№ 4.-P. 341–347

De Busser, E. V. Salmonella control in live pigs and at slaughter / De Busser E. V., De Zutter L., Dewulf J., Houf K., Maes D. //The Veterinary Journal.–2013.-Vol. 196.-№ 1.- P. 20–27

Decimo, M. Characterization of Gram negative psychrotrophic bacteria isolated from Italian bulk tank milk./Decimo M., Morandi, S.; Silvetti, T.; Brasca, M. J.// Food Science.–2014.-79.-P.2081–2090

Delhalle, L. Risk factors for Salmonella and hygiene indicators in the 10 largest Belgian pig slaughterhouses J/L. Delhalle, De Sadeleer, K. Bollaerts, F. Farnir, C.Saegerman, N. Korsak, et al.//Journal of Food Protection.–2008.-71 (7) - P. 1320-1329

Delhalle, L. Assessing Interventions by Quantitative Risk Assessment Tools To Reduce the Risk of Human Salmonellosis from Fresh Minced Pork Meat in Belgium / Delhalle L., Saegerman C., Messens W., Farnir F., Korsak N., Van der Stede Y., Daube G. //Journal of Food Protection.–2009.-Vol. 72.-№ 11.-P. 2252–2263

Devatkal, S. Chysicochemical, functional and microbiological quality of buffalo liver/Devatkal S., Mendiratta S.K., Kondaiah N., Sharma M.C., and Anjaeyulu//Meat Science.–2004.-68.-P. 79- 86.

Dewitt, C. Protein extraction from beef heart using acid solubilization. / Dewitt C., Gomez, G., & James, J.//Journal of Food Science.–2002.-67(9).-P. 3335–3341

Driessen, B. Fasting Finisher Pigs before Slaughter Influences Pork Safety / Driessen, B., Louis Freson, and Johan Buyse//Pork Quality and Animal Welfare Animals (Basel).–2020.-10(12).-P. 2206. Doi:10.3390/ani10122206

Edwards, S.A. Perception and reality of product quality from outdoor production systems in Northern and Southern Europe. In: Sorensen, J.T. (Ed.),

Livestock farming systems–more than food production, EAAP Publication/ Edwards S.A, Casabianca F.//Wageningen Pers, Wageningen.–1997.-vol. 89.-P. 145–156.

Edwards, S.A. Product quality attributes associated with outdoor pig production/ Edwards S.A //Livestock Production Science.–2005.-94(1-2).-P. 5–14

Edwards, S.A. Intake of nutrients from pasture by pigs. //Proceedings of the Nutrition Society.–2003.-62.-P. 257–265. DOI:10.1079/PNS2002199

EFSA 2007 Scientific report on the risks associated with tail biting in pigs and possible means to reduce the need for tail docking considering the different housing and husbandry systems.//The EFSA Journal, 611:1-13.

Ellis, M. The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughterhouse on growth performance and carcass and meat quality in pigs and on the organoleptic properties of fresh pork./Ellis M., Webb A.J., Avery P.J., Brown I.//Animal Science.–1996.-62.-P. 521–530

Erickson, A. K. Microbiological evaluation of pork offal products collected from processing facilities in a major United States pork-producing region./ Erickson A., K.Fuhrman M, Mikel W.B., et al.//Journal of Swine Health and Production.–2019.-27(1).-P.34-38

Esposito, S. What is the role of Ewingella americana in humans? A case report in a healthy 4-year-old girl/ Susanna Esposito, Francesco Miconi, Daniela Molinari, Emanuela Savarese, Federica Celi, Livio Marchese, Sara Valloscuro, Giovanni Miconi, Nicola Principi//BMC Infectious Diseases.–2019-vol.19-Article number: 386

Essen-Gustavsson, B. The effect during growth of moderate exercise on muscle metabolic characteristics in vivo and reaction to meat quality and sensory qualities. Proceedings of the 34th international congress on meat science and technology/ Essen-Gustavsson B., Lundstrom K., Hansson, I., Lundeheim N., Nystrom P.E. //Brisbanep.–1988.-P. 27–30.

Estevez, M. Characterisation of a traditional Finnish liver sausage and diferent types of Spanish liver pate: A comparative study. / Estevez M., Ventanas J., Cava R., and Puolanne, E.// Meat Science.–2005.-71.-P. 657-669.

European Commission, 2015. Closing the loop - an EU action plan for the Circular Economy. https://www.eea.europa.eu/policy-documents/com-2015-0614-final accessed 13 July 2020.

European Food Safety Authority Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). Scientific Opinion on the public health hazards to be covered by inspection of meat (swine) // EFSA Journal.–2011.-Vol. 9-№ 10.-P. 2351

European Food Safety Authority, European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union One Health 2018 Zoonoses Report //EFSA Journal.–2019. -Vol. 17.-№ 12.-P. e05926.

Fajardo-Guerrero, M. Exposure assessment of Salmonella spp. in fresh pork meat from two abattoirs in Colombia/ Fajardo-Guerrero M., Rojas-Quintero C., Chamorro-Tobar I., Zambrano C., Sampedro F., Carrascal-Camacho A.//Food Science and Technology International.–2020.-Vol. 26.-№ 1.-P. 21–27

FAO, 2009. How to feed the world in 2050. Retrieved from http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf.

FAO, OECD-FAO Agricultural Outlook 2016–2025. Accessed date: October 2017. https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-en

Felin, E. Current food chain information provides insufficient information for modern meat inspection of pigs / Felin E., Jukola E., Raulo S., Heinonen J., Fredriksson-Ahomaa M.//Preventive Veterinary Medicine.–2016.-Vol.127.-P. 113–120

Feurer, C. High load of hepatitis E viral RNA in pork livers but absence in pork muscle at French slaughterhouses/ Feurer C., Le Roux A., Rossel R., Barnaud E., Dumarest M., Garry P., Pavio N.//International Journal of Food Microbiology. .–2018.-Vol. 264.-P. 25–30.

Fernandez, X. Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat: 2. Consumer acceptability of M. longissimus lumborum./ X. Fernandez, Monin, G., Talmant, A., Mourot, J., Lebret, B.//Meat Science–1999-53.-P. 67–72

Fehlhaber, K. Untersuchungen zum Salmonella-Vorkommen bei tauglich beurteilten Schlachtschweinen. / K.Fehlhaber, A. Kru¨ger, M. Schnabel, and H. W. Krutsch.// Fleischwirtsch.–1996.-76-P. 1167–1169

Font-i-Furnols, M. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview/ Font-i-Furnols M., Luis G.//Meat Science.–2014. – 98(3).-P. 361–371. DOI:10.1016/j.meatsci.2014.06.025

Gajana, C.S. Effects of transportation time, distance, stocking density, temperature and lairage time on incidences of pale soft exudative (PSE) and the physico-chemical characteristics of pork/C.S.Gajana, T.T. Nkukwanaa, U. Marumeb, V. Muchenjea//Meat Science.–2013-Vol. 95.-Issue 3.-P. 520-525. DOI:10.1016/j.meatsci.2013.05.028

Gandemer, G. Influence du system d'elevage et du genotype sur la composition chimique et les qualities organoleptiques du muscle long dorsal chez le porc./ Gandemer G., Bonnot, D., Vedrenne P., Caritez, J.C., Berge, P., Briant, E., Legault, C.//J. Rech. Porc. Fr.–1990.-22.-P. 101–110

Ghafir, Y. Daube Hygiene indicator microorganisms for selected pathogens on beef, pork, and poultry meats in Belgium/ Y. Ghafir, B. China, K. Dierick, L. De Zutter, G.// Journal of Food Protection.– 2008.-71(1) -P. 35-45

Gill, C.O. The development of aerobic spoilage flora on meat stored at chill temperatures / C.O. Gill, K.G. Newton//J. Appl. Bacteriol.–1977.-43.-P. 189-195

Gill, C.O. Assessment of the hygienic efficiences of two commercial processes for cooling pig carcass. /Gill C.O., Jones, T.//Food Microbial.–1992.-9.-P. 335-343

Girard, J.P. Facteurs de variation de la composition en acides gras des tissus adipeux (bardie`re) et musculaires (long dorsal) de porc / Girard J.P., Denoyer C., Desmoulin B., Gandemer, G.//Rev. Fr. Corps Gras.–1999.-30.-P. 73–79

Gispert, M. A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abbatoirs/Gispert M. A, L. Faucitano, M.A. Oliver, M.D. Guárdia, C. Coll, K. Siggens, A. Diestre //Meat Science.–2000.-55(1)-P. 97-106. Doi:10.1016/s0309-1740(99)00130-8

Gomez-Guillen, M.C. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review/M.C. Gomez-Guillen, B. Gimenez, M.E. Lopez-Caballero, M.P. Montero//Food Hydrocolloids.–2011.-№ 25.-P. 1813-1827.

Gonzales, Barron U. Estimation of Prevalence of Salmonella on Pig Carcasses and Pork Joints, Using a Quantitative Risk Assessment Model Aided by Meta-Analysis/Gonzales Barron U., Soumpasis I., Butler F., Prendergast D., Duggan S., Duffy G. //Journal of Food Protection.–2009.-Vol. 72.-№ 2.- P. 274–285

Cozza, G. Glutathione peroxidase 4-catalyzed reduction of lipid hydroperoxides in membranes: the polar head of membrane phospholipids binds the enzyme and addresses the fatty acid hydroperoxide group toward the redox center./Rossetto, M., Bosello-Travain, V., Maiorino, M., Roveri, A., Toppo, S., Ursini, F.//Free Radical Biology and Medicine.–2017.-112.-P.1-11. Doi:10.1016/j.freeradbiomed.2017.07.010

Gray, S. J. Some observations in the faceal carriage of mesophilic Aeromonas species in cows and pigs. Epidemiol. / Gray S. J., Stickler, D.J.//Infect.–1989.-103. -P. 523-537

Greenslade J.A. Modern Pig Breeding. London/J. A. Greenslade//.–1956.–P. 131

Crotta, M. Viraemic pigs entering the food chain are the most likely source of hepatitis E virus (HEV) in pork meat: Modelling the fate of HEV during slaughtering of pigs/ Crotta M., Lavazza A., Mateus A., Guitian J. //Food Control.–2021.-Vol. 121.-P. 107662

Grunert, K.G. Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector—A review. /Grunert K.G., Bredahl, L., Brunsø K. //Meat Science.–2004.-66.-P. 259–272

Hambrecht, E. Effect of processing plant on pork quality/E. Hambrecht, J.J. Eissen, M.W.A. Verstegen//Meat Science.– 2003.-64-P. 125-131

Hansen, L.L. Influence of stocking rate and faeces deposition in the pen at different temperatures on skatole concentration (boar taint) in subcutaneous fat./ Hansen L.L., Larsen, A.E., Jensen, B.B., Hansen-Moller, J., Barton-Gade, P.// Animal Product.–1994.-59.-P. 99 – 110

Hdaifeh, A. Critical Analysis of Pork QMRA Focusing on Slaughterhouses: Lessons from the Past and Future Trends/Hdaifeh A., Khalid T., Boué G., Cummins E., Guillou S., Federighi M., Tesson V.//Foods.–2020. -Vol. 9.-№ 11.-P. 1704

Henchion, M. Meat consumption: Trends and quality matters. / Henchion M., McCarthy, M., Resconi, V. C., & Troy, D.// Meat Science.–2014.-98(3).-P. 561–568. Doi:10.1016/ j.meatsci.2014.06.007

Henchion, M. Transforming beef by-products into valuable ingredients: Which spell/recipe to use?/Henchion, M., McCarthy, M., & O'Callaghan, J.// Frontiers in Nutrition.–2016.-3-P.1-8

Henchion, M. Facilitators and Barriers for Foods Containing Meat Coproducts/Henchion M., McCarthy, M.//Sustainable Meat Production and Processing.–2019.-P. 237–250. Doi:10.1016/B978-0-12-814874-7.00012-2

Henckel, P. Histo-and biochemical characteristics of the Longissimus dorsi muscle in pigs and their relationships to performance and meat quality./Oksbjerg, N.; Erlandsen, E.; Barton-Gade, P.; Bejerholm C.//Meat Science.–1997.-47.-P.311–321

Hill, A. Quantitative Microbiological Risk Assessment on Salmonella in Slaughter and Breeder pigs: Final Report /Hill A., Simons R., Ramnial V., Tennant J., Denman S., Cheney T., Snary E., Swart A., Evers E., Nauta M., Swanenburg M., van Leusden F., Vigre H., Domingues A.R., Barfod K., Bo Pedersen U., Wingstrand A., Hald T. //EFSA Supporting Publications.–2010.-Vol. 7-№ 4.-P. 46E

Hoffmann, R. Country of origin—A consumer perception perspective of fresh meat./Hoffmann R.//British Food Journal.–2000.-102(3)-P. 211–229. DOI:10.1108/00070700010332304

Hoffmann, S. Attribution of global foodborne disease to specific foods: Findings from a World Health Organization structured expert elicitation/ Hoffmann S., Devleesschauwer B., Aspinall W., Cooke R., Corrigan T., Havelaar A., Angulo F., Gibb H., Kirk M., Lake R., Speybroeck N., Torgerson P., Hald T. // PLOS ONE.–2017.-Vol. 12.-№ 9.-P. e0183641

Hong, Y. Identification of duck liver-expressed antimicrobial peptide 2 and characterization of its bactericidal activity. /Truong, A. D., Lee, J., Lee, K., Kim, G. B., Heo, K. N., Lillehoj, H. S., Hong, Y. H.//Asian-Australasian journal of animal sciences.–2019.-32(7).-P. 1052–1061. Doi:10.5713/ajas.18.0571

Hogberg, A. Muscle lipids, vitamins E and A, and lipid oxidation as affected by diet and RN genotype in female and castrated male Hampshire crossbreed pigs./ Hogberg A., Pickova J., Babol J., Andersson K., Dutta//Meat Science.–2002.-60.-P. 411–420

Honikel, K.O. Composition and calories./Honikel, K.O.//Hand- book of analysis of edible animal by-products.–2011.-P. 105–121

Honikel, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat./ Honikel, K.O. //Meat Science.–1998.-49-P. 447–457

Hsieh, Y. H. Blood-derived products for human consumption./Hsieh, Y. H., Ofori J. A.//Revelation and Science.–2001.-Vol. 01.-No 01.-P. 14–21.

Hsieh, R.J. Lipoxygenase generation of specific volatile flavor carbonyl compounds in fish tissues./Hsieh R.J., Kinsella J.E.//Journal of Agricultural and Food Chemistry. –1989.-37.-P. 279–286. Doi:10.1021/jf00086a001

Hu,Y. Detection of amines with fluorescent nanotubes: applications in the assessment of meat spoilage./Hu Y., Ma X., Zhang Y., Che Y., Zhao J.//ACS Sens.–2016-1.-1.- P. 22-25. DOI:10.1021/acssensors.5b00040

Huang, Y. A large-scale comparison of meat quality and intramuscular fatty acid composition among three Chinese indigenous pig breeds/Huang Yizhong,

Lisheng Zhou, Xianxian Liu, Yifeng Zhang et al.//Meat Science.–2020.-Vol. 168.-P.108182. Doi:10.1016/j.meatsci.2020.108182

Huff-Lonergan E. New frontiers in understanding drip loss in pork: recent insights on the role of post-mortem muscle biochemistry/Huff-Lonergan E., Lonergan S. M. //Journal Animal Breed Genet.–2007.-124.-P. 19–26

Iborra-Bernard, Physico-Chemical and Structural Characteristics of Vegetables Cooked Under Sous-Vide, Cook-Vide, and Conventional Boiling/Iborra-Bernard, Garcia, Martinez-Monzo//Journal of Food Science.–2015.-80(8).-P.1725-1734. Doi: 10.1111/1750-3841.12950

Isaacson, R.E. Effect of transportation and feed withdrawal on shedding of Salmonella typhimurium among experimentally infected pigs./Isaacson R.E., Firkins L.D., Weigel R.M., Zuckermann F.A., DiPietro J.A.//American Journal of Veterinary Research.–1999.-60.-P. 1155–1158

Ishamri, I. Control of sous-vide physicochemical, sensory, and microbial properties through the manipulation of cooking temperatures and times./ Ishamri Ismail, Young-Hwa Hwang, Allah Bakhsh, Se-Jin Lee, Eun-Yeong Lee, Chan-Jin Kim, Seon-Tea Joo.//Meat science.–2022.-188.-P.108787. Doi:10.1016/j.meatsci.2022.108787

Jayathilakan, K. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: A review./Jayathilakan K., Sultana, K., Radhakrishna, K., & Bawa, A. S.//Journal of Food Science and Technology.–2012.-49.-P. 278–293

Joo, S.T. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. /Kim GD, Hwang YH, Ryu YC.//Meat Science.–2013.-95.-P.828–836.

Jong, F.H. Rearing pigs in a poor environment: developmental aspects of social stress and coping strategies in pigs./Jong de F.H., Bokkers, E.A.M., Schouten, W.G.P., Helmond, F.A.//Proceed- ings of the 29th international congress of the international society for applied ethology.–1995.-P. 185–186.

Jonsäll, A. Sensory quality and cooking loss of ham muscle (M. Biceps femoris) from pigs reared indoors and outdoors./Jonsäll, A., Joansson, L., Ludström, K.//Meat Science.–2001.-57.-P. 245–250

Kalac, P. Health effects and occurrence of dietary polyamines: A review for the period 2005-mid 2013/Kalac P.//Food Chemistry.–2014.-161.-P.27-39

Kaniou, G. Determination of biogenic amines in fresh unpacked and vacuum-packed beef during storage at 4 °C/Kaniou G., Samouris T., Mouratidou A., Eleftheriadou N., Zantopoulos//Food Chemistry.–2001.-74 -P. 515-519

Karabasil, N. The study of transport conditions of pigs to the slaughterhouse. / Karabasil, N., Vasiljević, M., Dimitrijević, M., Vučinić, M., ĐorĎević, V., Ivanović, J., Kureljušić, J.//Tehnologija mesa.–2013.-54.-1.-P. 1-7 (in Serbian, English abstract).

Kasprzyk, A. Meat quality of Pulawska breed pigs and image of longissimus lumborum muscle microstructure compared to commercial DanBred and Naima hybrids Archiver./ Kasprzyk Anna, Joanna Bogucka//Animal Breed.–2020.-63(2): 293–301. Doi:10.5194/aab-63-293-2020

Kathuria, D. Sous vide, a culinary technique for improving quality of food products: A review/ D. Kathuria, Anju K. Dhiman Surekha Attri.//Trends in Food Science & Technology.-2022.-vol.119.-P.57-68

Kelley, H.R.C. Breeding and feeding pigs for organic production / Kelley H.R.C., Browning H.M., Martins A.P., Pearce G.P., Stopes C., Edwards S.A.// Proceedings of a workshop of the Network on Animal Health and Welfare in Organic Agriculture. A European Commission funded Concerted Action Project.–2001.-P. 86-95

Keran, H. The importance of determination of some physical - chemical properties of Wheat and Flour./ Keran H., Salkic A., Odobasic A., Jasic M., Ahmetovic N., and Sestan I.//Agriculturae Conspectus Scientificus.–2009.-74.-P. 197-200.

Kim, M.S. Multispectral laser-induced fluorescence imaging system for large biological samples/ Kim M.S., Lefcourt A.M., Chen Y.-R.//Applied Optics.–2003. -Vol. 42.-№ 19.-P. 3927–3934

Kim,Y.B. An analysis of the nutritional quality of spreadable liver product./ Kim Y.B., Jeon K.H., Lee N.H., and Lee H.J.//Korean Journal Food Science.–2008.-28.-P. 21-26.

Kim, G. D. The influence of fibre size distribution of type IIB on carcass traits and meat quality./Kim G. D. Jeong J.Y., Jung E.Y., Yang H.S., Lim H.T., Joo S.T.//Meat Science.–2013.-94-P. 267–273

Kirk, M.D. World Health Organization Estimates of the Global and Regional Disease Burden of 22 Foodborne Bacterial, Protozoal, and Viral Diseases, 2010: A Data Synthesis/ Kirk M.D., Pires S.M., Black R.E., Caipo M., Crump J.A., Devleesschauwer B., Döpfer D., Fazil A., Fischer-Walker C.L., Hald T., Hall A.J., Keddy K.H., Lake R.J.,

Kirov, S. M. The public health significance of Aeromonas spp. in foods/ Kirov S. M.//International Journal of Food Microbialogy.–1993.-20.-P. 179-198

Kramer, J.M. Wareing Campylobacter contamination of raw meat and poultry at retail sale: identification of multiple types and comparison with isolates from human infection, / J.M. Kramer, J.A. Frost, F.J. Bolton, D.R.//Journal of Food Protection.–2000.-63-P. 1654-1659

Kurt, S. Emulsion characteristics of beef and sheep offal. / Kurt S., Zorba O. //Journal Muscle Foods.–2007.-18.-P. 129-142

Lafard, T. Bioactive hydrolysates from bovine blood globulins: Generation, characterisation, and *in silico* prediction of toxicity and allergenicity/ Lafard T., Wilm M., Wynne K., Hayes M.//Journal of Functional Foods.–2016.-Vol.24.-P. 142-155. Doi:10.1016/j.jff.2016.03.031

Lanata, C.F., Torgerson P.R., Havelaar A.H., Angulo F.J. // PLOS Medicine / ed. von Seidlein L.–2015.-Vol. 12.-№ 12.-P. e1001921

Lebret, B. Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs./Lebret B// Animal.–2008.-2.-P. 1548–1558

Lebret, B. The effects of two methods for increasing age at slaughter on carcass and muscle traits and meat sensory quality in pigs./Lebret B., Juin, H., Noblet, J., & Bonneau, M//Animal Science.–2001.-72.-P. 87–94.

Lebret, B. Review: Pork quality attributes from farm to fork. Part I. Carcass and fresh meat./Benedict Lebret, M. Čandek-Potokar//Animal.–2021.Doi: 10.1016/j.animal.2021.100402

Lee, S. H. The influence of pork quality traits and muscle fiber characteristics on the eating quality of pork from various breeds./Choe JH, Choi YM, Jung KC, Rhee MS, Hong KC, Lee SK, Ryu YC, Kim BC.//Meat Science.–2012.-90.-P. 284–291.

Lefaucheur L. A second look into fiber typing – relation to meat quality.// Meat Science.–2010.-84.-P. 257–270.

Linder, M. Protein recovery from veal bones by enzymatic hydrolysis. / Linder M., Fanni, J., Parmentier M., Sergent M., & Phan-Tan-Luu, R.//Journal of Food Science.–1995.-60(5).-P. 949–952

Little, C.L. Campylobacter and Salmonella in raw red meats in the United Kingdom: prevalence, characterization and antimicrobial resistance pattern, 2003–2005, /C.L. Little , J.F. Richardson, R.J. Owen, E. De Pinna, E.J.Threlfall//Food Microbiology.–2008.-25.-P. 538-543

Liu, D.C. Better utilization of by-products from the meat industry 2002-10-01. Extension Bulletins. Food and fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific region (FFTC publication database)/Liu D.C. //Food Chemistry.–2002.-P. 266

Liu, S.-J. A comparative analysis of derivatization strategies for the determination of biogenic amines in sausage and cheese by HPLC./S.-J. Liu, J.-J. Xu, C.-L. Ma, C.-F. Guo//Food Chemistry.–2018.-266.-P. 275-283

Listrat, A. Comment la structure et la composition du muscle déterminent la qualité des viands ou chairs? /Listrat A., Lebret B., Louveau I., Astruc T., Bonnet M., Lefaucheur L., Bugeon J.//INRA Productions Animales. - Paris: INRA.–2015, 28(2).-P. 125-136.

López, M.A. Iron availability: An updated review/ López M.A., Martos F. C.// International Journal of Food Sciences and Nutrition.–2005.-55(8).-P. 597–606. DOI:10.1080/09637480500085820

Lorencova, A. Prevalence of pathogenic Yersinia enterocolitica in minced meat, pig tongues and hearts at the retail level in the Czech Republic detected by real time PCR/Lorencova Alena, Michal Slany//POTRAVINARSTVO.–2016.-VOL. 10-№1

Lowy, F.D. Staphylococcus aureus infections./Lowy F.D.//The New England Journal of Medicine.–1998.-39(3).-P.520–532

Machiels, D. Gas chromatography-olfactometry analysis of the volatile compounds of two commercial Irish beef meats./Machiels D., van Ruth S. M., Posthumus M. A., Istasse L.//Meat Science.–2003.-60(4).-P.755-766. DOI:10.1016/S0039-9140(03)00133-4

Madejska, A. Histamine content in rennet ripening cheeses during storage at different temperatures and times/A. Madejska, M. Michalski, M.Pawul-Gruba, J. Osek//Journal of Veterinary Research.–2018.-62.-P.65-69. Doi:10.2478/jvetres-2018-0009

Margit, D. A., Meat quality in the Danish pig population anno 2018/ Margit Dall Aaslyng, Marchen Hviid //Meat Science.–2020.-Vol. 163.-P. 108034

Marti, D. L. Where’s the (Not) Meat? Byproducts from beef and pork production../J Marti D. L., Johnson, R. J., & Matthews, K. H. J.//Livestock, Dairy, and Poultry Outlook No. (LDPM-209-01).–2011.-P. 30

Marustic, N. Characterization of traditional Istrian dry-cured ham by means of physical and chemical analyses and volatile compounds./Marustic, N., Petrovic, M., Vidacek, S., Petrak, T., and Medic, H. //Meat Science.–2011.-88.-P. 786-790

Meiyu, J. Enterobacter cloacae aggravates metabolic disease by inducing inflammation and lipid accumulation/ Meiyu Jin, Haihua Feng, Lianwen Zheng , Yunfei Wei , Jiaqi Cheng , Di Zhang , Siru Yan , Haiyan Qin , Qi Wang , Xinxin Ci//Environ Toxicol Pharmacol.–2022.-90.-P.103819.Doi: 10.1016/j.etap.2022.103819

Melnikov, M. The influence of biogenic amines on Th17-mediated immune response in multiple sclerosis. /Melnikov M, Rogovskii V., Boyko A., Pashenkov M. // Multiple Sclerosis and Related Disorders.–2018.-21.-P.19-23.

Mette, A. A risk-based approach for evaluation of hygiene performance at pig slaughter./Anne Mette, Bollerslev Maarten, Nauta Tine Hald, Tina Beck Hansen, Søren Aabo// Food control.–2017.-Vol. 75.-P. 116-125

Meyer, C. Salmonella in Raw Meat and By-Products from Pork and Beef / Meyer Cornelia, Susanne Thiel; Ulrike Ullrich; Andreas Stolle// Journal of Food Protection.–2010.-73 (10).-P. 1780–1784.Doi:10.4315/0362-028X-73.10.1780

Meyer, C. Detection of Listeria monocytogenes in pork and beef using the VIDAS® LMO2 automated enzyme linked immunoassay method/Meyer, Cornelia, Maria Fredriksson-Ahomaab, Brigitte Spernera, Erwin Märtlbauera// Meat Science.–2011.-88(3).-P.594-596. Doi:10.1016/j.meatsci.2011.01.035.

McArthur, D.B. Emerging Infectious Diseases/ McArthur D.B.//Nursing Clinics of North America.–2019.-Vol. 54.-№ 2.-P. 297–311

Millward, D. J. Protein quality assessment: Impact of expanding understanding of protein and amino acid needs for optimal health. / Millward D. J., Layman, D. K., Tomé, D., & Schaafsma, G. //The American Journal of Clinical Nutrition.–2008.-87(5).-P. 1576S–1581S.

Minvielle, B. Campylobacter in the Pork Food Chain : a quantitative hazard analysis/ Minvielle B., Magras C., Laroche M., Desmonts M.H., Mircovich C. // International Conference on the Epidemiology and Control of Biological, Chemical and Physical Hazards in Pigs and Pork. Iowa State University, Digital Press.–2007.-P. 145–148

Miyake, T. Quantitative analysis of acetaldehyde in foods and beverages/ Miyake T., Shibamoto T.//Journal of Agricultural and Food Chemistry.–1993.- 41.-11-P.1968-1970. Doi:10.1021/jf00035a028

Moreira, L.M. Contamination of pigs by Yersinia enterocolitica in the abattoir flowchart and its relation to the farm/ Moreira L.M., Milan C., Gonçalves T.G.,

Ebersol C.N., Lima H.G. de, Timm C.D. //Ciência Rural.–2019.-Vol. 49.-№ 8.-P. e20181040

Mörlein, D. Suitability of three commercially produced pig breeds in Germany for a meat quality program with emphasis on drip loss and eating quality / D. Mörlein, G. Link, C. Werner//Meat Science.–2002.-Vol. 77.-Issue 4.-P. 504-511

Moore, J.E. Comparison of eight phenotypic methods for subspecies characterization of thermophilic Campylobacter spp. isolated from pig liver/J.E. Moore, R.H. Madden//Journal of Food Protection.–2003.-66.-P. 1079-1084

Mullen, A. M. Offal: Types and composition. The encyclopedia of food and health. / Mullen A. M., Álvarez C. //The encyclopedia of food and health.–2016.-P. 152–157

Mullen, A. M. Alternative uses for co-products: Harnessing the potential of valuable compounds from meat processing chains/ Mullen A. M., Alvarez, C., Zeugolis, D. I., Henchion, M., O'Neill, E., & Drummond, L.//Meat Science.–2017.-132.-P. 90–98. Doi:10.1016/j.meatsci.2017.04.243

Naberhaus, S.A. Pathogenicity and Competitive Fitness of Salmonella enterica Serovar 4,[5],12:i:- Compared to Salmonella Typhimurium and Salmonella Derby in Swine / Naberhaus S.A., Krull A.C., Arruda B.L., Arruda P., Sahin O., Schwartz K.J., Burrough E.R., Magstadt D.R., Matias Ferreyra F., Gatto I.R.H., Meiroz de Souza Almeida H., Wang C., Kreuder A.J.//Frontiers in Veterinary Science.–2020.-Vol. 6.-P. 502 DOI: 10.3389/fvets.2019.00502

Nakahara, T. Type 2 diabetes mellitus is associated with the fibrosis severity in patients with nonalcoholic fatty liver disease in a large retrospective cohort of Japanese patients /T. Nakahara, H. Hyogo, M. Yoneda, et al.//J Gastroenterol.–2014.-Vol. 49(11).-P.1477-1484. Doi:10.1007/s00535-013-0911-1

Nathues, C. Yersinia enterocolitica, and Salmonella enterica and Their Simultaneous Occurrence in German Fattening Pig Herds and Their Environment/ Nathues C., Grüning P., Fruth A., Verspohl J., Blaha T., Kreienbrock L., Merle R. //Journal of Food Protection.–2013.-Vol. 76.-№ 10.-P. 1704–1711

Neklyudov A.D. Nutritive fibers of animal origin: Collagen and its fractions as essential components of new and useful food products / Applied Biochemistry and Microbiology.–2003.-№39(3).-P. 229-238.

Nesbakken, T. Testing of pathogenic Yersinia enterocolitica in pig herds based on the natural dynamic of infection/ Nesbakken T., Iversen T., Eckner K., Lium B. //International Journal of Food Microbiology.–2006.-Vol. 111.-№ 2.-P. 99–104

Nesbakken, T. Pig Herds Free from Human Pathogenic Yersinia enterocolitica 1/ Nesbakken T., Iversen T., Lium B.//Emerging Infectious Diseases. .–2007.-Vol. 13.-№ 12.-P. 1860–1864

Ngapo, T. Chilled pork-Part I: sensory and physico- chemical quality. / Ngapo T., Riendeau, M., Laberge, C., Leblanc, D., and For- tin, J.//Meat Science.–2012.-92.-P. 330-337.

Niemann, J.-K. Simultaneous occurrence of Salmonella enterica, Campylobacter spp. and Yersinia enterocolitica along the pork production chain from farm to meat processing in five conventional fattening pig herds in Lower Saxony. / Niemann J.-K., Alter T., Gölz G., Tietze E., Fruth A., Rabsch W., von Münchhausen C., Merle R., Kreienbrock L. //Berliner und Munchener tierarztliche Wochenschrift.–2016.-Vol. 129. -№ 7–8.-P. 296–303

Nilzen, V. Free range rearing of pigs with access to pasture grazing—effect on fatty acid composition and lipid oxidation products./ Nilzen V., Babol J., Dutta P.C., Lundeheim N., Enfalt A.C., Lundstrom K.//Meat Science.–2001.-58.-P. 267–275

Nishikawa, Y. Heat and acid sensitivity of motile Aeromonas: a comparison with other food-poisoning bacteria. / Nishikawa Y., Ogasawara, J. and Kimura, T. // International Journal of Food Microbialogy.–1993.-18.-2177278.

Nollet, L. M. L. Introduction-Offal Meat: Definitions, Regions, Cuitures, and Generalities/ L. M. L. Nollet, & F. Toldrá//Hand book of Analysis of edible animal by-products.–2011.-P. 3–11

Notermans, S. The HACCP concept: identification of potentially hazardous micro-organisms. / Notermans S., Zwietering, M.H. and Mead, G.C.//Food Microbialogy.–1994.-11.-P. 203-214.

Nychas, G.J. Glucose, the key substrate in the microbiological changes occurring in meat and certain meat products/G J Nychas , V M Dillon, R G Board //Biotechnology Appl Biochem.–1988.-10(3).-P. 203-231

Ockerman, H.W. By-products. Edible, for human consumption./Ockerman, H.W. and Basu, L.// Encyclopedia of Meat Sciences (Second Edition).–2014.-P. 104–111. Doi:10.1016/B978-0-12-384731-7.00031-3

Oksbjerg, N. Long-term changes in performance and meat quality of Danish Landrace pigs: A study on a current compa with an unimproved genotype./Petersen, J.S.; Sorensen, I.L.; Hencek, P.; Vestergaard, M.; Ertbjerg, P.;

O'Neill, D.J. Influence of the time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pig meat/ D.J. O'Neill, P.B. Lynch, D.J. Troy, D.J. Buckley, J.P. Kerry// Meat science.–2003.-64(2).-P. 105-111. DOI: 10.1016/s0309-1740(02)00116-x

Ortuño, J. Effects of sous vide vs grilling methods on lamb meat colour and lipid stability during cooking and heated display./Ortuño J, Mateo L, Rodríguez-Estrada MT, Bañón S.//Meat Science.-2021.-171.-P.108287. Doi:10.1016/j.meatsci.2020.108287

Painter, J.A. Attribution of Foodborne Illnesses, Hospitalizations, and Deaths to Food Commodities by using Outbreak Data, United States, 1998–2008/ Painter J.A., Hoekstra R.M., Ayers T., Tauxe R. V., Braden C.R., Angulo F.J., Griffin P.M. // Emerging Infectious Diseases.–2013.-Vol. 19.- № 3.-P. 407–415

Pallerla, S.R. Hepatitis E virus genome detection in commercial pork livers and pork meat products in Germany/ Pallerla S.R., Schembecker S., Meyer C.G., Linh L.T.K., Johne R., Wedemeyer H., Bock C. Thoma., Kremsner P.G., Velavan T.P. // Journal of Viral Hepatitis.–2021.-Vol. 28.- № 1.- P. 196–204.

Papadopoulou , O. Strains and Their Volatilome Profile During Storage of Sterile Pork Meat Using GC/MS and Data Analytics Spoilage Potential of Pseudomonas (P. fragi, P. putida) and LAB (Leuconostoc mesenteroides,

Lactobacillus sakei)/ Papadopoulou Olga, Vasilis Iliopoulos , Athanasios Mallouchos , Efstathios Z Panagou , Nikos Chorianopoulos , Chrysoula C Tassou , George-John E Nychas //Foods.–2020.-14.9(5).-P. 633. Doi:10.3390/foods 9050633

Pearce, R.A. Prevalence of Campylobacter within a swine slaughter and processing facility/ R.A. Pearce, F.M. Wallace, J.E. Call, R.L. Dudley, A. Oser, L. Yoder, J.J. Sheridan, J.B. Luchansky //J. Food Prot.– 2003.-66.-P. 1550-1556

Pearce, R.A. Studies to determine the critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point systems/ Pearce R.A., Bolton D.J., Sheridan J.J., McDowell D.A., Blair I.S., Harrington D. //International Journal of Food Microbiology.–2004.-Vol. 90.-№ 3.-P. 331–339

Petersen, S.J.P. Collagen characteristics and meat texture of pigs exposed to different levels of physical activity/Petersen S.J.P., Berge, P., Henckel, P., Sorensen, T.M.//Journal Muscle Foods.–1997.-8.-P. 47–61.

Pérez-Palacios, T. MRI-based analysis, lipid composition and sensory traits for studying Iberian dry- cured hams from pigs fed with different diets./ Pérez-Palacios T., Antequera T., Durán M. L., Caro A., Rodríguez, P. G., Ruiz, J.// Food Research International.–2010.-43.-P. 248–254

Perre, V. The prevalence of PSE characteristics in pork and cooked ham—Effects of season and lairage time/V. Van de Perre, A. Ceustermans, J. Leyten, R. Geers//MeatScience.–2010.-86(2).-P.391-397. DOI:10.1016/j.meatsci.2010.05.023

Pey, A. L. H quinone oxidoreductase (NQO1): an enzyme which needs just enough mobility, in just the right places./ Pey A. L., Megarity, C. F., Timson, D. J. //Bioscience reports.–2019.-39(1).-BSR20180459. Doi:10.1042/BSR20180459

Podschun, R. Klebsiella spp. as Nosocomial Pathogens: Epidemiology, Taxonomy, Typing Methods, and Pathogenicity Factors./Podschun, R., U. Ullmann//Clinical Microbiology Reviews.–1998.-11(4).-P. 589–603. Doi: 10.1128/cmr.11.4.589

Pointon, A.M. Risk assessment of organoleptic postmortem inspection procedures for pigs / Pointon A.M., Hamilton D., Kolega V., Hathaway S.C. // Veterinary Record.–2000.-Vol. 146.-№ 5.-P. 124–131

Puentes, C. Dynamic Modeling of Carnobacterium maltaromaticum CNCM I-3298 Growth and Metabolite Production and Model-Based Process Optimization / Puentes Cristian, Amélie Girardeau, Stephanie Passot, Fernanda Fonseca, Ioan-Cristian Trelea//Foods.–2021.-10(8).-P. 1922. Doi:10.3390/foods10081922

Pugliese, C. Performance of Cinta Senese pigs reared outdoors and indoors. 1. Meat and subcutaneous fat characteristics. / Pugliese C., Bozzi, R., Campodoni, G., Acciaioli, A., Franci, O., & Gandini, G. // Meat Science.–2005.-69.-P. 459–464.

Pugliese, C. Comparison of the performances of Nero Siciliano pigs reared indoors and outdoors. 2. Joints composition, meat and fat traits. /Pugliese C, Calagna, G., Chiofalo, V., Moretti, V., Margiotta, S., Franci, O., et al. //Meat Science.–2004.-68.-P. 523–528

Pugliese, C. Quality of meat and meat products produced from southern European pig breeds/ Pugliese C., Sirtory F.//Meat Science.–2012.-90.-P. 511–518

Pulgar, J. Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time./ José Sánchez Del Pulgar, Antonio Gázquez, Jorge Ruiz-Carrascal//Meat sciene.-2012.-90(3).-P828-835. Doi: 10.1016/j.meatsci.2011.11.024

Ramos, G. L. Technological Applications of Macrococcus caseolyticus and its Impact on Food Safety. / Ramos, G. L. P. A., Vigoder, H. C. Nascimento, J. S.// Current Microbiology.–2021.-78(1).-P.11-16. Doi:10.1007/s00284-020-02281-z

Ray, B. Indicators of bacterial pathogens/Ray, B// Fundamental food microbiology.–2004.-P. 429-439

Regulation (EU) No 1308/2013 — common organisation of the markets in agricultural products

Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin

Roberts, D.L. Three-dimensional structure of human electron transfer flavoprotein to 2.1-Å resolution/Roberts D.L., Frerman F.E., Kim J.-J.P.//Proc. National Academy of Sciences.–1996.-Vol. 93.-No 25.-P. 14355.

Rokka, M. Monitoring of the quality of modified atmosphere packaged broiler chicken cuts stored in different temperature conditions B. Biogenic amines as quality-indicating metabolites/ M. Rokka, S. Eerola, M. Smolander, H.L. Alakomi, R. Ahvenainen//Food Control.–2004.-15.-P. 601-607

Rosenvold, K. Factors of significance for pork quality—a review/ K. Rosenvold, H.J. Andersen//Meat Science.– 2003.-64.-P. 219–237

Ruzauskas, M. Prevalence of methicillin-resistant Staphylococcus haemolyticus in companion animals: a cross-sectional study / Modestas Ruzauskas, Rita Siugzdiniene, Irena Klimiene, Marius Virgailis, Raimundas Mockeliunas, Lina Vaskeviciute, Dainius Zienius// Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials.–2014.-vol.13.-Article number: 56

Rybarczyk, A. The effect of Danavl Duroc and Pulawska boars in crossbred with Danavl Hybrid on meat quality of finishing pigs./R. Moroch, D. Polasik// Agricultural and Food Science.–2018.-27.-P. 159-167

Ryder, K. Characterisation of novel fungal and bacterial protease preparations and evaluation of their ability to hydrolyse meat myofibrillar and connective tissue proteins./ Ha, M., El-Din Bekhit, A., & Carne, A.//Food Chemistry.–2015.-172.-P. 197–206.

Rzewuska, M. Pathogenicity and Virulence of Trueperella pyogenes: A Review/ Rzewuska M., Kwiecień E., Chrobak-Chmiel D., Kizerwetter-Świda M., Stefańska I., Gieryńska M. //International Journal of Molecular Sciences.–2019.-Vol. 20.-№ 11.- P. 2737

Santos, E. Physicochemical and sensory characterization of Morcilla de Burgos, a traditional Spanish blood sausage./ Santos E., M., Fernández, C. G., Jaime, I., and Rovira, J.// Meat Science.–2003.-65.-P. 893-898.

Sans, P. World meat consumption patterns: An overview of the last fifty years (1961–2011) /Pierre Combris//Meat Science.–2015.-vol. 109.-P. 106-111. DOI: 10.1016/j.meatsci.2015.05.012

Saprikin, V. P. Fundamentals of morphological diagnosis of skeletal muscle diseases/ Saprikin, V. P., Turbin, D. A.// Moscow.–1997.- P. 332 [in Russian].

Sarah, L. A. Opportunities and perspectives for utilisation of co-products in the meat industry/ Lyncha Sarah A., Anne Maria Mullena, Eileen O'Neill, Liana Drummonda, Carlos Álvareza// Meat Science.–2018.-144.-P. 62–73

ScanBIOus. Available Online: Www.Cryptome.Ru (Accessed on 03.06.2020)

Schönberg, A. The Strecker degradation of α-amino acids./ Schönberg A., Moubacher R.//Chemical Reviews.–1952.-50.-P.261–277. Doi:10.1021/cr60156a002

Schoonderwoerd, M. Main factors responsible for visible pork carcass contamination/ Schoonderwoerd M.// Proceedings of the World Congress on Food Hygiene; The Hague.–1997.-P. 67

Schrøder-Petersen D.L. Tail biting in pigs. /Schrøder-Petersen D.L, Simonsen H. B. //The Veterinary Journal.–2001.-162.-C. 196-210.

Self, J.L. Outbreaks attributed to pork in the United States, 1998–2015/ Self J.L., Luna-Gierke R.E., Fothergill A., Holt K.G., Vieira A.R. // Epidemiology and Infection.–2017.-Vol. 145.-№ 14.-P. 2980–2990

Selmane, D. Extraction of proteins from slaughterhouse by-products: Influence of operating conditions on functional properties. / Selmane D., Christophe V., Gholamreza D.// Meat Science.–2008.-79(4).-P. 640–647.

Seong, Pil Nam. Characterizatiion of edible Pork By-products by Means of Yield and Nutritional Composition/ Kuyng Mi Park, Soo Hyun Cho, Sun Moon Kang, Geun Ho Kang, Beom Young Park, Sung Sil Moon, Hoa Van Ba//Food Science.–2014.-Vol. 34.-No. 3.-P. 297-306

Shahidi, F. Flavor of Meat and Meat Products /Shahidi F.//Springer.–1994.-P.394. Doi:10.1007/978-1-4615-2177-8_1

Shahidi, F. Flavour of cooked meats. In Flavour Chemistry: Trends and Developments, eds./Teranishi, R., Buttery, RE. and Shahidi, F. //American Chemical Society.–1989.-P. 188-201.

Shen, S. CMCTS stabilized Fe3O4 particles with extremely low toxicity as highly efficient near-infrared photothermal agents for in vivo tumor ablation / Shen S., Kong F., Guo X., Wu L., Shen H., Xie M., Wang X., Jin Y., Ge Y. // Nanoscale.–2013.-Vol. 5.-№ 17.- P. 8056–8066.

Silva C.M.G. Glória Bioactive amines in chicken breast and thigh after slaughter and during storage at 4 ± 1 °C and in chicken-based meat products./ C.M.G. Silva, M.B.A. Glória//Food Chemistry.–2002.-78.-P. 241-248

Silva, C.M.G. Tail and ear biting lesions in pigs: an epidemiological study. / Silva, C.M.G. M.B.A. Glória Smulders D, Hautekiet V, Verbeke G, Geers R. // Animal Welfare.–2008.-17.-P.61-69.

Steen, L. Functional properties of pork liver protein fractions. / Steen L., Glorieux S., Goemaere O., Brijs K., Paelinck H., Foubert I. Fraeye I.//Food and Bioprocess Technology.–2016.- 9(6).-P. 970–980.

Steenkamp, J.B.E.M. Quality guidance: A consumer-based approach to food quality improvement using partial least squares. / Steenkamp, J.B.E.M., van Trijp, H.C.M.// Eurorean.Review of Agricultural Economics.–1996.-23.-P. 195–215

Stelmd, G.N. Aeromonas hydrophila. In: M.P. Doyle (editor)/ Stelmd, G.N.// Foodborne Bacterial Pathogens.–1989.

Sumia, I. Kremen1-induced cell death is regulated by homo-and heterodimerization. / Sumia I., Pierani, A., Causeret, F. //Cell death discovery.–2019.-5(1).P. 1-9. Doi:10.1038/s41420-019-0175-5

Swart, A.N. Modeling of Salmonella Contamination in the Pig Slaughterhouse/ Swart A.N., Evers E.G., Simons R.L.L., Swanenburg M. // Risk Analysis.–2016.-Vol. 36.-№ 3.-P. 498–515

Swatland, H. How Muscle Structure and Composition Influence Meat and Flesh Quality/ Swatland, H., P.D. Warriss.//Meat Science.–2000.-56.-P. 319.

Swider, O. Biogenic amines and free amino acids in traditional fermented vegetables-dietary risk evaluation./Swider O., Roszko M.L., Wojcicki M., Szymczyk K.//J. Agric. Food Chem.–2020.-68.-P. 856-868

Szulc, K. The Muscle Fibre Characteristics and the Meat Quality of m. longissimus thoracis from Polish Native Złotnicka Spotted Pigs and the Crossbreed Fatteners from the Crossing of Duroc and Polish Large White Boars./ Wojtysiak, D.; Migdał, Ł.; Migdał, W.//Appl. Science.–2022.-12.-P.3051. Doi:10.3390/ app12063051

Taylor, S.L. Isolation of histamine-producing bacteria from frozen tuna./ S.L.Taylor, M. Speckard//Marine Fisheries Review.–1983.-45.-P. 35-39

Taylor NR Tail-biting: A new perspective. / Main DCJ, Mendl M, Edwards SA.// The Veterinary Journal.–2010.-186.-P.137-147.

Temple, D. The welfare of growing pigs in five different production systems: assessment of feeding and housing / D.Temple, V.Courboulay X.Manteca A.Velarde A. Dalmau//Animal.–2012.-Vol. 6.-Issue 4.-P. 656-667

Terentjeva, M. Prevalence of Yersinia enterocolitica 4/O: 3 in raw pork at retail market in Latvia / M. Terentjeva, A. Berzinš,//Journal of Food Safety and Food Quality.–2013-Vol. 64.-5.- P. 136-140. Doi:10.2376/0003-925X-64-136

Teresa, H.J. Carmen Biogenic amine sources in cooked cured shoulder pork./ H.J.Teresa, I.P. Maria, V.N.M.Teresa, V.C.M.//Journal of Agricultural and Food Chemistry.–1996.-44.-P. 3097-3101

Thornton, H. 1974. So-called scalding-water lungs in slaughtered pigs. / Thornton H.// Veterinary Record.–1974.-94.-P. 72-77. Doi: 10.1136/vr.94.4.72.

Toldrá, F. Innovations for healthier processed meats./Reig, M. //Trends in Food Science & Technology.–2011.-22.-P. 517–522.

Toldra, F. Innovations in value-addition of edible meat by-products/ Toldra F., Aristoy M. C., Mora L., and Reig M. //Meat Science.–2012.- 92.-P. 290-296. Doi:10.1016/j.meatsci.2012.04.004

Toldrá, F. New insights into meat by-product utilization. / Fidel Toldrá, Leticia Mora, Milagro Reig//Meat Science.–2016.-120.-P. 54–59

Tompkin, R.B. Corrective action procedures for deviations from the critical control point critical limits./ Tompkin, R.B. //HACCP Principles and Applications. .–1992.-P. 72-82.

Valta, K. Valorisation opportunities related to wastewater and animal by-products exploitation by the greek slaughtering industry: current status and future potentials. / Valta K., Damala, P., Orli, E., Papadaskalopoulou, C., Moustakas, K., Malamis, D., Loizidou, M. // Waste and Biomass Valorization.–2015-6.-P. 927–945

Vervaeke, S. A case of Candida lambica fungemia misidentified as Candida krusei in an intravenous drug abuser./ Vervaeke S, Vandamme K, Boone E, De Laere E, Swinne D, Surmont I. //Med Mycol.–2008.-46(8).-P. 853-856. Doi: 10.1080/13693780802342552

Vidal-Carou, M.C. Histamine and tyramine in meat products: Relationship with meat spoilage./M.C. Vidal-Carou, M.L.Izquierdo-Pulido; M.C. Martín-Morro; Mariné-Font//.–1990.-37(4).-P.239–249.Doi:10.1016/0308-8146(90)90104-c

Vidyarthi, S. Pathogens in animal carcasses and the efficacy of rendering for pathogen inactivation in rendered products: A review/ Vidyarthi S., Vaddella V., Cao N., Kuppu S., Pandey P. //Future Foods.–2021.-Vol. 3.-P. 100010. DOI:10.1016/j.fufo.2020.100010

Vieira-Pinto, M. Classification of Vertebral Osteomyelitis and Associated Judgment Applied during Post-Mortem Inspection of Swine Carcasses in Portugal / Vieira-Pinto M., Azevedo J., Poeta P., Pires I., Ellebroek L., Lopes R., Veloso M., Alban L. // Foods. -2020. -Vol. 9, № 10.- P. 1502

Vinci, G. Biogenic amines: Quality index of freshness in red and white meat/ G.Vinci, M.L. Antonelli//Food Control.–2002.-13.-P. 519-524

Wal, P.G. Scharrel (free range) pigs: carcass composition, meat quality and taste panel studies. / van der Wal P.G. Mateman, G., Vries, A.W., de Vonder, G.M.A., Smulders, F.J.M., Geesink, G.H., Engel, B.// Meat Science.–1993.-34. -P. 27–37

Warriss, P.D. A note on the influence of rearing environment on meat quality in pigs. / Warriss P.D., Kestin, S.C., Robinson, J.M. //Meat Science.–1983.-9.-P. 271–279

Warriss, P.D. Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs./ Warriss P.D., Brown S.N., Edwards J.E., Knowles T.G.//Animal Science.–1998.- 66.-P. 255–261. Doi: 10.1017/S1357729800009036

Wegener, H.C. Salmonella Control Programs in Denmark/ Wegener H.C., Hald T., Wong D.L.F., Madsen M., Korsgaard H., Bager F., Gerner-Smidt P., Mølbak K. // Emerging Infectious Diseases.–2003.-Vol. 9.- № 7.- P. 774–780

Weiss, G.M. Influence of exercise on performance and carcass parameters of confinement reared swine./ Weiss G.M., Peo E.R., Mandigo R.W., Moser B.D.// Journal of Animal Science.–1975.- 40.-P. 457–462

Wettasinghe, M. Volatile flavor composition of cooked by-product blends of chicken, beef and pork: a quantitative GC-MS investigation./ Wettasinghe M., Vasanthan T., Temelli F., Swallow K.//Food research international.–2001.-34.-P.149-158

Widders, P.R. Controlling microbial contamination on beef and lamb meat during processing / P.R. Widders, Aust., K.J. Coates, S. Warner, J.C. Beattie, I.R. Morgan, M.W.Hickey//Journal of Veterinary Medical Science.–1995.-72.-P. 208-211

Wong, T. L. Salmonella in uncooked retail meats in New Zealand. / T. L. Wong, C. Nicol, R. Cook, S. MacDiarmid.//Journal of Food Protection.–2007.-70.-P. 1360–1365.

Wong, D. Clinical and pathophysiological overview of Acinetobacter infections: A century of challenges./ Wong D, Nielsen TB, Bonomo RA, et al// Clinical Microbiol Rev.–2017.-30(1).-P. 409–447. Doi: 10.1128/CMR.00058-16

World Health Organization. WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015. Geneva, Switzerland: World Health Organization.–2015.-P. 255

Zamaratskaia, G. Proteomics in meat science — current status and future perspective./ Zamaratskaia, G., Li, S.//Theory and practice of meat processing.–2017.-2(1).-P.18-26. Doi:10.21323/2414-438X-2017-2-1-18-26

Zamaratskaia, G. Immunocastration of Male Pigs – Situation Today/Zamaratskaia G., Rasmussen M. K.//Procedia Food Science.–2015.-vol.5.-P.324-327

Zhao, Ge. Identification of enterobacteria in viscera of pigs afflicted with porcine reproductive and respiratory syndrome and other viral co-infections / Zhao, Ge, Lujie Zhang, Charles Li, Jianmei Zhao, Na Liu, Yuehua Li, Junwei Wang, Liheng Liub//Microbial Pathogenesis.–2020.-P. 147. Doi: 10.1016/j.micpath.2020.104385

Zhang, W. Improving functional value of meat products./ Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E. J., Ahn, D. U.// Meat Science.–2010.-86 (1).-P. 15–31. Doi:10.1016/j.meatsci.2010.04.018

Zhang,Y.J. A review of pretreatment and analytical methods of biogenic amines in food and biological samples since 2010/Y. Zhang, Y. Zhou, G.H.Li, W.Z. Yang, X.S. Feng//Journal of Ghromatography A.–2019.-8.-P.360-361.Doi: 10.1016/j.chroma.2019.07.015

Zhong, X. Rapid and ultrasensitive detection of biogenic amines with colorimetric sensor array Sens./ X. Zhong, D. Huo, H. Fa, X. Luo, Y.Wang, Y. Zhao, C. Hou//Actuators.–2018.-274.-P. 464-471

Zou, Y. Effects of ultrasound assisted extraction on the physiochemical, structural and functional characteristics of duck liver protein isolate. /Zou Y., Wang, L., Li P., Cai P., Zhang M., Sun Z., Sun C., Geng Z., Xu W., Xu X., Wang D.// Process Biochemistry.–2017.-Vol. 52.-P.174-182. Doi: 10.1016/j.procbio.2016.09.027

Zuhaib, F. Sous-vide cooking improves the quality and in-vitro digestibility of Semitendinosus from culled dairy cows /Zuhaib F Bhat, James D Morton, Xin

Zhang, Susan L Mason, Alaa El-Din A Bekhit// Food Res. Int.-2020.-127.-P.108708. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.108708

Бабушкин В.А. Эффективность разведения свиней разных генотипов при определенных хозяйственных условиях: Научное издание. / В.А. Бабушкин, А.Н. Негреева, А.Г. Чивилева//Мичуринск: Изд-во МичГАУ.–2008. – с. 106

Бакенев, В.А. Скрещивание маток крупной белой породы сибирской селекции с хряками мясных пород /В.А. Бакенев, А.Ю. Жанадилов. // Зоотехния.–1994.-No 4.-27 с.

Бусов, А.А. Совершенствование технологии воспроизводства свиней с использованием разной продолжительности сервис-периода и лактации свиноматок в условиях промышленного комплекса: дисс. канд. сельскохоз.наук / А.А. Бусов.//Пенза.–2021.-11 с.

Воробьев, С.Н. Управленческие решения: Учеб. для вузов / С.Н. Воробьев, В.Б. Уткин, К.В. Балдин.// М.: ЮНИТИ-ДИАНА.–2003.-317 с.

Воробьёва, Д.А. Методы принятия управленческих решений: краткий курс лекций для обучающихся направлений подготовки: 38.03.02 Менеджмент / Д.А. Воробьева // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов. .–2017. – 68 с.

Герасимова, В.А. Взаимосвязь селекционных признаков / В.А. Герасимова, В.И. Герасимов // Свиноводство. – 1970.-№ 5.-С. 20-21

Государственная племенная книга свиней Воронежской области. Том 1. 2019

Горбунов В. В. Свиньи. Разведение. Содержание. Уход М.: АСТ, Владимир: ВКТ, 2011. — 192 с. — (Подворье). — ISBN 978-5-17-073774-1, 978-5226-04039-9

Грикшас, С.А. Селекционно-генетические методы повышения племенных и продуктивных качеств специализированных линий и типов свиней, а также эффективность их использования: Монография / С.А.

Грикшас, Л.В. Тимофеев, Г.А. Фуников.//М.: Изд-во РГАУ-МСХА.–2017.-113 с.

Дунин, И.М. Состояние племенной базы и перспективы развития свиноводства России / И.М. Дунин, В.В. Гарай, С.В. Павлова // Свиноводство. – 2012.-No 2.-С. 8–10.

Зинина, О.В. Характеристики белковых обогатителей из субпродуктов/ О.В. Зинина, Д.Р. Тазеддинова // Известия КГТУ.–2018. - № 48. - С. 100-111

Иванова, Н.В. Современное состояние свиноводства в России / Н.В. Иванова // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. – 2016.-No 4-1 (77).-С. 69-71;

Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям "Интенсивное разведение свиней" ИТС 41-2017

Кабанов, В.Д. Откормочные и мясные качества свиней крупной белой породы разных типов /В.Д. Кабанов, И.Е. Жирнов, Л.Н. Симолкин. //Животноводство.–1976.-No2. -С. 27-28.

Гражданкин, А. И. Белая книга России. Строительство, перестройка и реформы: 1950-2013 гг./Гражданкин А. И., Кара-Мурза С. Г.//Центр проблем анализа и гос.-упр. проект. М.: Научный эксперт.–2015.-С. 728

ГОСТ 31476-2012 «Свинина для убоя. Свинина в тушах и полутушах. Технические условия»

ГОСТ 32244-2013 «Субпродукты мясные обработанные. Технические условия»

Козловский, В.Г. Гибридизация в промышленном свиноводстве /В.Г. Козловский, Ю.В. Лебедев, И.И. Тонышев//. – Москва: Россельхозиздат. - 1987. – 121 с.

Комлацкий В. И. Конституция, экстерьер и этология свиней/ Комлацкий В. И., Величко Л. Ф.//Учебное пособие для студентов. Краснодар.–2008.-59 с

Комлацкий Г. В. Индустриализация и интенсификация отрасли свиноводства на юге России, дисс…. докт. с-х наук: 06.02.10, 06.02.07/ Комлацкий Григорий Васильевич.- пос. Черкесск, 2014.-367 с

Кузьмичева М.Б. Формирование стратегических факторов развития предприятий мясоперерабатывающей отрасли / М. Б. Кузьмичева// Мясная индустрия.–2012.-№11.-С.18-20.

Лазарев А. А. Разработка квалиметрических моделей для оценки сенсорных свойств вареных колбас с учетом потребительских предпочтений, дис….к.т.наук:05.18.04, 05.02.23/Лазарев Антон Александрович- Москва-2015

Лебедев, Ю.В. Крупная белая порода /Ю.В. Лебедев. //Свиноводство. - 1980, No6. - С. 21-23.

Лебедева, Л. И. Использование субпродуктов в России и за рубежом/ Лебедева Л.И., Насонова В.В., Веревкина М. И.//Все о мясе.–2016.-5-с.8-12

Лисицын, А.Б. Прижизненное формирование состава и свойств животного сырья / Лисицын А.Б., Чернуха И.М., Лунина О.И., Федулова Л.В. // М. ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова.–2018.

Лисицын, А.Б. Справочник: Химический состав мяса/Лисицын А.Б., Чернуха И.М., Кузнецова Т.Г., Орлова О. Н., Мкртичян В.С.//Москва: ВНИИМП.–2011.-с. 102

Лисицын А.Б. Экономические проблемы мясной отрасли АПК Российской Федерации / Лисицын, А.Б. Небурчилова Н.Ф., Волынская И.П., Петрунина И.В.//М.: ВНИИМП.–2013.-С. 336

Лисицын, А.Б. Повышение глубины переработки животноводческого сырья/ Лисицын А.Б., Захаров А. Н., Небурчилова Н.Ф., Волынская И.П., Петрунина И.В., Чернова А.С.// ВНИИМП.–2015.-С. 80

Максимов Г.В. Породы свиней. Учебное пособие для вузов / Максимов Г.В., Иванова Н.В., Максимов А.Г.// пос. Персиановский.-2018- 184 с.

Мелещеня, А.В. Изучение минерального и витаминного профиля различных видов коллагенсодержащего сырья / А.В. Мелещеня, С.А. Гордынец, И.В. Калтович И.В. // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья.–2019.- № 13.-С 144-155.

Михайлова, О.А. Тенденции развития мирового свиноводства/Михайлова О.А.// Вестник аграрной науки.–2018.-1(70).-с. 36-45 DOI: 10.15217/48484

Мичурин, В. Состояние основных пород в России /В. Мичурин. //Свиноводство.–2000.-No2. - С. 2-3.

Найденко, В. К. Выбор будущей свинофермы по основным технологическим параметрам периодов воспроизводства, выращивания и откорма свиней при разных фазах и ритмах производства / В. К. Найденко // Перспективное свиноводство. Теория и практика. – 2012. - No 4. – С. 11

Насырова, А. М. Анализ производства и потребления мяса в мире/Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 1. Экономика и управление.–2019.-1(28).-с 61-65 DOI: 10.21777/2587-554X-2019-1-61-65

Небурчилова, Н. Ф. Сырьевая база и производство мяса и мясных продуктов в январе-ноябре 2015г. И.В. Петрунина. // Рынок мяса и мясных продуктов.–2015.-№ 12.-с. 3-10

Новиков, А.А. Современное состояние и перспективы ускоренного импорт замещения в племенном свиноводстве в российской федерации / А.А. Новиков, Е.Н. Суслина, С.А. Козырев и др. // Зоотехния.–2015.-No 2.-С. 2-6.

Овчинников, А. В. Сочетаемость отдельных пород свиней в разных вариантах подбора / А. В. Овчинников // Аграрная наука. – 2004.-No 12.-С. 8-14.

Патент № RU 2681501 C1 Российская Федерация, Способ оценки качества мяса свиней: заявка 2018102991, 25.01.2018: опубл. 06.03.2019. Максимов Г. В., Максимов А. Г., Ленкова Н.В. заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет»

Патент № RU 2315995 C1 Российская Федерация, Способ прижизненной оценки качества мяса свиней: заявка 2006118462/13, 29.05.2006: опубл. 27.01.2008. Лещуков К.А., Мамаев А.В., Головин В.П.

заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего высшего профессионального образования "Орловский государственный аграрный университет»

Петрунина И.В. Перспективы развития производства мяса и мясных продуктов до 2030 года/ Петрунина И.В., Осянин Д. Н.//Все о мясе.–2020.-5S-с.261-264 DOI:10.21323/2071–2499–2020–5S-261-264

Перевойко, Ж. А., Эффективность использования свиней разных пород при двух- и трёхпородном скрещивании в зоне Урала: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01 / Перевойко Жанна Александровна – Киров, - 2005. – С. 28.

Плясунов, Е.Д. Влияние генотипа на воспроизводительные качества свиноматок и показатели роста поросят / Е.Д. Плясунов, Ю.В. Матросова // Вестник Курганской ГСХА. – 2020.-No 1 (33).-С. 45-47.

Полозюк, О. Мясная продуктивность помесных свиней различных генотипов / О. Полозюк, Г. Максимов // Свиноводство.–2012.-No 4.-С. 14–15.

Рачков, И. Г. Интенсификация воспроизводства и повышения продуктивности свиней с использованием биотехнологических приемов, дис. ... доктора с.-х. наук: 06.02.10 / Рачков Игорь Геннадьевич – Ставрополь–2012. – 303 с.

Салаватулина, Р.М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве / Р. М. Салаватулина.//СПб.: ГИОРД.–2005. - 248 с.

Самсонова, О.Е. Современные методы селекции в свиноводстве: Учебное пособие/ Самсонова О.Е., Бабушкин В.А. //Минсельхоз России, Мичуринский ГАУ. Тамбов: Консалтинговая компания Юком.–2019.-60 с.

Свинарев И. Ю. Селекционные и технологические аспекты интенсификации свиноводства, дисс....докт. с-х наук: 06.02.07, 06.02.10/ Свинарев Иван Юрьевич. – пос. Персиановский.–2014. – 396 с.

Сельское хозяйство в России. 2021: Статистический сборник/Росстат – М., 2021. – с. 29 – 100

Семенова, И. Д. Хозяйственно-биологические особенности свиней создаваемого заводского типа породы ландрас: специальность 06.02.10:дисс. Канд. Наук/Семенова Ирина Дмитриевна/ Барнаул.–2013.-с.138

Силур, М. НИОКР в генетике NUCLEUS: терминальные хряки с маркировкой «Без запаха» резултат исследования подтверждающего эффективность новой методики./Силур М., Бордье М.//Кооперль Рус.–2016.4.-с.3

Сборник нормативных показателей по выходу продукции, расходу сырья и материалов, действующих в мясной промышленности (утвержден Министерством сельского хозяйства и продовольствия России 07.04.97 г.).-М.: ВНИИМП.-1997.-С. 298

Смоленцева, Е.В. Современное состояние и перспективы развития отрасли свиноводства в Российской Федерации / Е.В. Смоленцева // Проблемы современной науки и образования. – 2014.-No 11.-С. 56-59.

Соловых, А. Лучшая материнская порода – Крупная белая / А. Соловых, А. Овчинников, О. Хренова.// Животноводство России. – 2005.-№ 12.-С. 22-23.

Сусол, Р. Скороспелость генотипов крупной белой породы /Р. Сусол. //Животноводство России.–2005.-No9.-31 с.

Татулов, Ю.В. К проблеме создания промышленно пригодных генотипов свиней / Ю.В. Татулов, Н.Н. Коломиец, А.В. Розанов, С.А. Грикшас // Мясная индустрия. – 2001.-№ 1.-С. 40-42.

Технический Регламент Таможенного Союза (ТР ТС 034/2013) «О безопасности мяса и мясной продукции»

Томашевич, И.Б. Система компьютерного зрения для измерения цветовых параметров мяса и мясных продуктов: обзор/Томашевич И.Б.// Теория и практика переработки мяса.–2018.-4(4).-с. 4-15. DOI: 10.21323/2414–438X- 2018–3–4–4–15

Ухтверов, А. Скрещивание свиноматок крупной белой породы разных генотипов с хряками импортных пород/ А. Ухтверов // Свиноводство.–2004. – № 2.-С. 5-6.

Филатов, А.И. Крупная белая порода свиней – основа генофонда в свиноводстве страны /А.И. Филатов, Т.В. Кузьмина, А.Т. Мысик и др. // Зоотехния. – 1991.-No1.-С. 15-18.

Чернуха И.М. Требования к промышленно пригодным свиньям: взгляд переработчика / Чернуха И.М., Сусь И.В., Миттельштейн Т.М.// Все о мясе. – 2007.-No 4.-С. 42-44.

Чистяков В.Т. Современное развитие селекции и генетики в отечественном свиноводстве. Чистяков В.Т. Вестник Воронежского государственного аграрного университета.–2018.-No 4.-59.-С.71-78. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.4.71

Приложение

Приложение А

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ им. В.М. Горбатова» РАН

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
_____ О.А. Кузнецова
«22» декабря 2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по определению свежести субпродуктов различной видовой принадлежности мультисенсорным методом

МР 12-00419779-2021

(взамен **МР 04-00419779-08 - 2012**)

Дата введения в действие «22» декабря 2021 г.

РАЗРАБОТАНО
Заместитель директора по научной работе
_____ А.А. Семенова

Руководитель отдела научно-прикладных и технологических разработок
_____ В.В. Насонова

Руководитель направления квалиметрии и сенсорной оценки мясного сырья и готовой продукции
_____ Т.Г. Кузнецова

Москва
2021

Приложение Б

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр животноводства имени академика Л.К. Эрнста» РАН (ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста РАН)

УТВЕРДЖАЮ

Директор ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста РАН

_____ Н.А. Зиновьева

«14» 12 2021 г.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем имени В.М. Горбатова» РАН (ФГБНУ ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБНУ ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН

_____ О.А. Кузнецова

«14» декабря 2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПРОВЕДЕНИЕ ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ МИОПАТИИ

МР 001-00496254/00419779-2021

РАЗРАБОТАНО
Заведующий отделением кормления с.-х. животных

_____ Р.В. Некрасов

РАЗРАБОТАНО
Заместитель директора по научной работе

_____ А.А. Семенова

Заведующий отделом Научно-прикладных и технологических разработок

_____ В.В. Насонова

Главный научный сотрудник

_____ Т.Г. Кузнецова

Москва, 2021

Приложение В

Форма № 94 ИЗ, ПМ, ПО-2016

Федеральная служба по интеллектуальной собственности
Федеральное государственное бюджетное учреждение

«Федеральный институт промышленной собственности»
(ФИПС)

Бережковская наб., 30, корп. 1, Москва, Г-59, ГСП-5, 125993 Телефон (8-499) 240-60-15 Факс (8-495) 531-63-18

УВЕДОМЛЕНИЕ О ПРИЕМЕ И РЕГИСТРАЦИИ ЗАЯВКИ

04.08.2021	048438	2021123212
Дата поступления	*Входящий №*	*Регистрационный №*

Заявление о выдаче патента Российской Федерации на изобретение

ДАТА ПОСТУПЛЕНИЯ ФИПС ОПД - 17 - 4. 08. 2021

(21) РЕГИСТРАЦИОННЫЙ № | ВХОДЯЩИЙ №

(85) ДАТА ПЕРЕВОДА международной заявки на национальную фазу

☐(86) ШУБИНА Т.А. (номер международной заявки и дата ее подачи, установленные получателем ведомством)

☐(87) (номер и дата международной публикации международной заявки)

☐(96) (номер евразийской заявки и дата ее подачи)

☐ (97) (номер и дата публикации евразийской заявки)

АДРЕС ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ (почтовый адрес, фамилия и инициалы или наименование адресата)
142132, Московская область, Городской округ Подольск, поселок Дубровицы, дом 60, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр животноводства - ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста» (RU)

Телефон: +7(4967) 65-12-77 Факс: +7(4967) 65-12-77
Адрес электронной почты: nek_roman@mail.ru
АДРЕС ДЛЯ СЕКРЕТНОЙ ПЕРЕПИСКИ (заполняется при подаче заявки на секретное изобретение)

ЗАЯВЛЕНИЕ
о выдаче патента Российской Федерации на изобретение

В Федеральную службу по интеллектуальной собственности
Бережковская наб., д. 30, корп. 1, г. Москва, Г-59, ГСП-3, 125993, Российская Федерация

(54) НАЗВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ
СПОСОБ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СВИНИНЫ

(71) ЗАЯВИТЕЛЬ (фамилия, имя, отчество (последнее - при наличии) физического лица или наименование юридического лица (согласно учредительному документу), место жительства или место нахождения, название страны и почтовый индекс)
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр животноводства - ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста» (RU), пос. Дубровицы, дом 60, Городской округ Подольск, Московская область, Россия, 142132
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (RU), 109316, РФ, г. Москва, ул. Талалихина, д.26

☐изобретение создано за счет средств федерального бюджета
Заявитель является:
☐ государственным заказчиком ☐ муниципальным заказчиком
исполнитель работ (указать наименование)

☐ исполнителем работ по:
☑ государственному контракту ☐ муниципальному контракту
заказчик работ (указать наименование)

Соглашение с Российским научным фондом (РНФ) № 19-16-00068 от 08.05.2019 г.

ИДЕНТИФИКАТОРЫ ЗАЯВИТЕЛЯ
ОГРН 1035011450913
КПП 507401001
ИНН 5074000646

ОГРН 1027739231651
КПП 770901001
ИНН 7709022913

СНИЛС

ДОКУМЕНТ (серия, номер)

КОД СТРАНЫ (если он установлен)
RU

Общее количество документов в листах	25	Лицо, зарегистрировавшее документы
Из них: - количество листов комплекта изображений изделия *(для промышленного образца)*	0	Шубина Т.А.
Количество платежных документов	1	

Сведения о состоянии делопроизводства по заявкам размещаются в Открытых реестрах на сайте ФИПС по адресу: www.fips.ru/registers-web

Приложение Г

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 54670 — 2011

КОЛБАСЫ КРОВЯНЫЕ

Технические условия

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2013

УТВЕРЖДАЮ

Директор ГНУ ВНИИМП
им. В.М. Горбатова Россельхозакадемии
Председатель технического комитета по стандартизации "Мясо и мясная продукция" (ТК 226)

_____ А.Б. Лисицын
"27" 12 _____ 2012г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
по производству кровяных колбас

Дата введения в действие - «01» января 2013г.

Настоящая технологическая инструкция распространяется на мясные продукты - кровяные колбасы, выпускаемые в охлажденном виде, предназначенные для реализации в торговле, сети общественного питания и непосредственного употребления в пищу.

Технологическая инструкция устанавливает: рецептуру, технологические режимы, порядок проведения технологических процессов и операций изготовления, маркировку, упаковку, условия транспортирования и хранения, контроля производства, обеспечивающие качество и безопасность кровяных колбас, отвечающих требованиям ГОСТ Р 54670.

Технологический процесс предусматривает подготовку мясного сырья, пищевых ингредиентов, пряностей и материалов, варку сырья и приготовление бульона, измельчение и приготовление фарша, формование, термическую обработку, упаковку, маркировку и приемку кровяных колбас

1 Ассортимент продукции

1.1 Колбасы кровяные в зависимости от используемого мясного сырья, пищевых ингредиентов, пряностей, добавок и технологии изготовления выпускают в следующем ассортименте:

категория А - «Ассорти»;
категория Б - «Закусочная», «Языковая», «Пикантная», «Сеченская»;
категория В - «Кашанка», «Городская», «Монастырская», «Степная».

действующих “Правил приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов”, Москва, 1989 г.

Предельно допустимые концентрации и ориентировочные допустимые уровни содержания химических веществ в воде водоемов после смешения со сбрасываемыми стоками не должны превышать установленные в ГН 2.1.5.689, ГН 2.1.5.690, ГН 2.1.5.963а, ГН 2.1.5.963б, СП 2.1.5.761.

Не подлежат сбросу в канализационную сеть:

- концентрированные маточные кубовые растворы (в том числе солевые и т.п.);
- нормативно чистые производственные сточные воды;
- осадки из локальных очистных сооружений, строительный и бытовой мусор, отходы производства.

13.4 Изготовитель кровяных колбас обеспечивает требования законодательных и нормативных документов в области обращения с отходами производства и потребления.

РАЗРАБОТАНО

ГНУ ВНИИМП им. В.М. Горбатова
Россельхозакадемии

Зам. директора по научной работе

_____ А.А. Семенова

Зав. лабораторией технологии колбас, полуфабрикатов и упаковки

_____ В.В. Насонова

Научный сотрудник лаборатории технологии колбас, полуфабрикатов и упаковки

_____ Е.В. Милеенкова

Приложение Д

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 55334—2012

ПАШТЕТЫ МЯСНЫЕ И МЯСОСОДЕРЖАЩИЕ

Технические условия

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

УТВЕРЖДАЮ
Директор ГНУ ВНИИМП
им. В.М. Горбатова Россельхозакадемии
Председатель технического комитета
по стандартизации "Мясо и мясная продукция"
ТК-226

А.Б. Лисицын

"2" 2013 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
ПО ПРОИЗВОДСТВУ МЯСНЫХ И МЯСОСОДЕРЖАЩИХ ПАШТЕТОВ
ПО ГОСТ Р 55334-2012

Дата введения в действие «28» декабря 2013 г.

Настоящая технологическая инструкция распространяется на производство мясных и мясосодержащих паштетов (далее по тексту – паштеты), предназначенных для непосредственного употребления в пищу и приготовления различных блюд и закусок.

Технологическая инструкция устанавливает рецептуру, технологические режимы, порядок проведения технологических процессов и операций изготовления, контроля производства, его санитарно-гигиенического обеспечения, требования безопасности, обеспечивающие качество и безопасность паштетов, отвечающих требованиям **ГОСТ Р 55334-2012 «Паштеты мясные и мясосодержащие. Технические условия».**

Технологический процесс предусматривает приемку, разделку, обвалку, жиловку, измельчение и бланшировку мясного сырья, подготовку пищевых ингредиентов, добавок, пряностей и материалов, приготовление фарша, формование, термическую обработку, упаковку, маркировку и приемку паштетов.

1 Ассортимент продукции

Паштеты изготавливают следующих групп, категорий и наименований:

Мясные категории А: «Говяжий», «Калорийный», «Любительский», «Нежный», «Пряный»;

Мясные категории Б: «Ароматный», «Бутербродный», «Печеночный», «Сливочный»;

Мясосодержащий категории Б: «Дачный».

2 Характеристика готовой продукции

По органолептическим, физико-химическим, микробиологическим и санитарно-гигиеническим показателям паштеты должны соответствовать требованиям, указанным в ГОСТ Р 55334 (пункты 5.2.1-5.2.4).

13.3 Предприятия-изготовители паштетов, сбрасывающие производственные сточные воды в водные объекты, обеспечивают требования СанПиН 2.1.5.980; Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами, Харьков, Минводхоз СССР, 1974 г.; Правил санитарной охраны прибрежных вод морей. Минздрав СССР, Москва, 1974 г.; Правил пользования системами коммунального водоснабжения и канализацией в Российской Федерации - №167 от 12.02.99.

Предприятия-изготовители паштетов, сбрасывающие производственные сточные воды в канализации населенных пунктов, обеспечивают требования согласно действующих «Правил приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов», Москва, 1989 г.

Предельно допустимые концентрации и ориентировочные допустимые уровни содержания химических веществ в воде водоемов после смешения со сбрасываемыми стоками не должны превышать установленные в ГН 2.1.5.689, ГН 2.1.5.690, ГН 2.1.5.963а, ГН 2.1.5.963б, СП 2.1.5.761.

Не подлежат сбросу в канализационную сеть:

- концентрированные маточные кубовые растворы (в том числе солевые и т.п.);
- нормативно чистые производственные сточные воды;
- осадки из локальных очистных сооружений, строительный и бытовой мусор, отходы производства.

13.4 Изготовитель паштетов обеспечивает требования законодательных и нормативных документов в области обращения с отходами производства и потребления.

РАЗРАБОТАНО
ГНУ ВНИИМП им. В.М. Горбатова
Россельхозакадемии
Заместитель директора по научной работе
_____ А.А. Семенова

Зав. лабораторией технологии
колбас, полуфабрикатов и упаковки
_____ В.В. Насонова

Ведущий научный сотрудник
_____ Л.И. Лебедева

Старший научный сотрудник
_____ Л.А. Веретов

Приложение Е

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 54646— 2011

КОЛБАСЫ ЛИВЕРНЫЕ

Технические условия

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2012

УТВЕРЖДАЮ
Директор ГНУ ВНИИМП им. В.М. Горбатова
Россельхозакадемии
Председатель Технического комитета по
стандартизации «Мясо и мясная продукция»
(ТК-226)

_____ А.Б. Лисицын
«_____»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
по производству колбас ливерных

Дата введения 01.01.13

Настоящая технологическая инструкция распространяется на мясные продукты - ливерные колбасы, выпускаемые в охлажденном виде, предназначенные для непосредственного употребления в пищу и приготовления блюд и закусок.

Технологическая инструкция устанавливает: рецептуру, технологические режимы, порядок проведения технологических процессов и операций изготовления, маркировку, упаковку, условия транспортирования и хранения, контроля производства, обеспечивающие качество и безопасность ливерных колбас, отвечающих требованиям настоящего стандарта ГОСТ Р 54646.

Технологический процесс предусматривает входной контроль и приемку сырья и материалов, разделку, обвалку, жиловку, подготовку мясного сырья, пищевых ингредиентов, добавок, пряностей и материалов, приготовление фарша, формование батонов, термическую обработку, упаковку, маркировку, контроль качества и приемку ливерных колбас.

1 Ассортимент

1.1 Ливерные колбасы (колбаски) вырабатывают следующих категорий и наименований:

Категория А: «Яичная», «Обыкновенная», «Пикантная»;

Категория Б: «Владимирская», колбаски «Нежные»;

Категория В: «Старомосковская», «Уральская», «Славянская», «Новомосковская», «Особая».

2 Характеристика готовой продукции

По органолептическим, физико-химическим, микробиологическим и санитарно-гигиеническим показателям ливерные колбасы должны соответствовать требованиям, указанным в ГОСТ Р 54646.

3 Характеристика сырья и материалов

3.1 Для изготовления ливерных колбас применяют следующие сырье (включая мясное сырье, пищевые ингредиенты, пряности, добавки) и материалы:

- говядину по ГОСТ Р 52601, ГОСТ Р 54315 и полученную при ее разделке:

говядину жилованную первого сорта с массовой долей соединительной и жировой ткани не более 6 %;

пашину говяжью жилованную с массовой долей соединительной и жировой ткани не более 25%;

Состав (номенклатура) выбросов загрязняющих веществ и их количество определяется согласно МУ по расчету количественных характеристик выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от основного технологического оборудования предприятий агропромышленного комплекса, перерабатывающего сырье животного происхождения (мясокомбинаты, клеевые и желатиновые заводы), Москва, 1987 г.

13.3 Предприятия-изготовители ливерных колбас, сбрасывающие производственные сточные воды в водные объекты, обеспечивают требования СанПиН 2.1.5.980; Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами, Харьков, Минводхоз СССР, 1974 г.; Правил санитарной охраны прибрежных вод морей. Минздрав СССР, Москва, 1974 г.; Правил пользования системами коммунального водоснабжения и канализацией в Российской Федерации - №167 от 12.02.99.

Предприятия – изготовители ливерных колбас, сбрасывающие производственные сточные воды в канализации населенных пунктов, обеспечивают требования согласно действующих “Правил приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов”, Москва, 1989 г.

Предельно допустимые концентрации и ориентировочные допустимые уровни содержания химических веществ в воде водоемов после смешения со сбрасываемыми стоками не должны превышать установленные в ГН 2.1.5.689, ГН 2.1.5.690, ГН 2.1.5.963а, ГН 2.1.5.963б, СП 2.1.5.761.

Не подлежат сбросу в канализационную сеть:

- концентрированные маточные кубовые растворы (в том числе солевые и т.п.);
- нормативно чистые производственные сточные воды;
- осадки из локальных очистных сооружений, строительный и бытовой мусор, отходы производства.

13.4 Изготовитель ливерных колбас обеспечивает требования законодательных и нормативных документов в области обращения с отходами производства и потребления.

13.5 На предприятиях рекомендуется разрабатывать систему охраны окружающей среды в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001.

РАЗРАБОТАНО
ГНУ ВНИИМП им. В.М.Горбатова
Зам. директора по научной работе

_____ АА. Семенова

Зав. Лабораторией технологии колбас,
полуфабрикатов и упаковки

_____ В.В. Насонова

Старший научный сотрудник

_____ Е.Ф. Волкова

Ведущий научный сотрудник

_____ Л.И. Лебедева

Приложение Ж

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ имени В.М. Горбатова»
(ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова»)

ОКП 92 1200

Группа 11
(ОКС 67.120.10)

СОГЛАСОВАНО
Письмо № С/3-21/2520/14
от 29.05.2014 г.
Комитет ветеринарии
г. Москвы

УТВЕРЖДАЮ
Директор
ФГБНУ «ВНИИМП
им. В.М. Горбатова»,
Председатель Технического
комитета по стандартизации
"Мясо и мясная продукция"
(ТК - 226)

_____ А.Б. Лисицын

«20» 11 2014 г.

Блоки из субпродуктов замороженные
Технические условия
ТУ 9212-065-00419779-14
(вводятся впервые)

Дата введения в действие - 20.11. 2014 г.

РАЗРАБОТАНО
ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова»

Зам. директора по научной работе

_____ А.А. Семенова

Зав. лабораторией технологии
колбас, полуфабрикатов и упаковки

_____ В.В. Насонова

100-5/287 04.08.14

Москва
2014

ФГБУ «Росстандартмонтаж»
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО ТАМОЖЕННЫЙ ПОСТ
ЗАПИСЬ № 200/079641 20.11.2019

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБНУ «ВНИИМП
им. В.М. Горбатова»
Председатель Технического комитета по
стандартизации "Мясо и мясная продукция"
(ТК-226)

_____ А.Б. Лисицын

"20" 11. _____ 2014 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ БЛОКОВ ИЗ СУБПРОДУКТОВ ЗАМОРОЖЕННЫХ

Дата введения в действие - 20.11. **2014 г.**

1 Область применения

Настоящая технологическая инструкция распространяется на производство блоков мясных замороженных из субпродуктов говяжьих и свиных (далее по тексту – блоки замороженные) предназначенных для промышленной переработки.

Технологическая инструкция устанавливает технологические режимы, порядок проведения технологических процессов и операций изготовления, упаковки, маркировки, условий транспортирования и хранения, контроля и безопасности производства, обеспечивающие качество и безопасность замороженных блоков, отвечающих требованиям ТУ 9212-065-00419779-14.

Технологический процесс предусматривает входной контроль и приемку сырья и материалов, формовку и замораживание блоков, упаковку, маркировку и приемку замороженных блоков.

2 Ассортимент

Блоки замороженные выпускают следующих наименований:

а) блоки из смеси говяжьих субпродуктов № 1 (рубец и/или сычуг, мясо пищевода, лёгкие, мясная обрезь, селезёнка);

б) блоки из смеси говяжьих субпродуктов № 2 (рубец и/или сычуг, мясо пищевода, лёгкие, мясная обрезь, селезёнка, почки);

в) блоки из смеси свиных субпродуктов (желудок, лёгкие, мясо пищевода, диафрагма, мясная обрезь, селезёнка).

12.2 Выбросы загрязняющих веществ не должны превышать после рассеивания в приземном слое атмосферы санитарно-гигиенических нормативов, установленных СанПиН 2.1.6.983 и Постановлением Правительства РФ «О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него» (№183 от 2 марта 2000 г.).

Состав (номенклатура) выбросов загрязняющих веществ и их количество определяется согласно МУ по расчету количественных характеристик выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от основного технологического оборудования предприятий агропромышленного комплекса, перерабатывающего сырье животного происхождения (мясокомбинаты, клеевые и желатиновые заводы) (Москва, 1987г).

12.3 Предприятия – изготовители блоков замороженных, сбрасывающие производственные сточные воды в водные объекты, должны обеспечивать требования СанПиН 2.1.5.980; «Правил охраны поверхности вод» (от 1 марта 1991 г.); «Правил пользования системами коммунального водоснабжения и канализацией в Российской Федерации» (№167 от 12.02.99.).

Предприятия-изготовители блоков замороженных, сбрасывающие производственные сточные воды в канализации населенных пунктов, обеспечивают требования согласно действующих «Правил приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов» (Москва,1989 г.).

Предельно допустимые концентрации и ориентировочные допустимые уровни содержания химических веществ в воде водоемов после смещения со сбрасываемыми стоками не должны превышать, установленные в ГН 2.1.5.689, ГН 2.1.5.690, СП 2.1.5.761, ГН 2.1.5.963а, ГН 2.1.5.963б, ГН 2.1.5.1093.

12.4 Изготовитель блоков замороженных обеспечивает требования законодательных и нормативных документов в области обращения с отходами производства и потребления.

РАЗРАБОТАНО

ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова»
Зам. директора по научной работе

_____ А.А. Семенова

Зав. лабораторией технологии
колбас, полуфабрикатов и упаковки

_____ В.В. Насонова

Вед. научный сотрудник

_____ Л.И. Лебедева

Приложение 3

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ имени В.М. Горбатова»
(ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова»)

ОКП 92 1331

Группа 11
(ОКС 67.120.10)

СОГЛАСОВАНО
Письмо № С/3-21/3840/14
от 30.07.2014 г.
Комитет ветеринарии
г. Москвы

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФГБНУ «ВНИИМП
им. В.М. Горбатова»
Председатель Технического
комитета по стандартизации
"Мясо и мясная продукция"
(ТК 226)
_____ А.Б. Лисицын
«20» 11 2014 г.

Колбасы полукопченые с субпродуктами

Технические условия
ТУ 9213-069-00419779-14
(вводятся впервые)

Дата введения в действие - 20.11. 2014 г.

РАЗРАБОТАНО
ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова»

Зам. директора по научной работе
_____ А.А. Семенова

Зав. лабораторией технологии
колбас, полуфабрикатов и упаковки
_____ В.В.Насонова

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
ФБУ «Ростест-Москва»
№ 160-5/488 от 04.08.14
e-mail: experttu@rostest.ru

Москва
2014

ФБУ «Ростест-Москва»
ЗАРЕГИСТРИРОВАН КАТАЛОЖНЫЙ ЛИСТ
ВНЕСЕН В РЕЕСТР 20.11.2014
ЗА № 200 079392
e-mail: experttu@rostest.ru

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФГБНУ «ВНИИМП
им. В.М. Горбатова»
Председатель Технического комитета
по стандартизации "Мясо и мясная
продукция" (ТК-226)

_____ А.Б. Лисицын

«20» _____ 2014 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
по производству полукопченых колбас с субпродуктами

Дата введения в действие «20» 11 2014 г.

Настоящая технологическая инструкция распространяется на продукты мясные - полукопченые колбасы, вырабатываемые с субпродуктами (далее по тексту – колбасы), предназначенные для непосредственного употребления в пищу и приготовления различных блюд и закусок.

Технологическая инструкция устанавливает рецептуру, технологические режимы порядок проведения технологических процессов и операций изготовления, контроля производства, его санитарно-гигиенического обеспечения, требования безопасности, обеспечивающие качество и безопасность колбас, отвечающих требованиям ТУ 9213-069-00419779-14.

Технологический процесс предусматривает подготовку мясного сырья, пищевых ингредиентов, добавок и материалов, приготовление фарша, формование, термическую обработку, упаковку, маркировку и приемку колбас.

1 Ассортимент

1.1 Колбасы выпускают следующих наименований:

«Домашняя», «Сельская», «Фермерская», «Пряная», «Кубанская».

2 Характеристика сырья и материалов

2.1 Для изготовления колбас применяют следующие сырье и материалы:

- говядину по ГОСТ Р 52601, ГОСТ Р 54315, ГОСТ 31797 и полученные при ее разделке:

говядину жилованную первого сорта с массовой долей соединительной и жировой ткани не более 6 %;

11.3 Предприятия-изготовители колбас, сбрасывающие производственные сточные воды в водные объекты, обеспечивают требования СанПиН 2.1.5.980; Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами, Харьков, Минводхоз СССР, 1974г; Правил санитарной охраны прибрежных вод морей. Минздрав СССР, Москва, 1974 г.; Правил пользования системами коммунального водоснабжения и канализацией в Российской Федерации - №167 от 12.02.99.

Предприятия-изготовители колбас, сбрасывающие производственные сточные воды в канализации населенных пунктов, обеспечивают требования согласно Правил приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов, Москва, 1989 г.

Предельно допустимые концентрации и ориентировочные допустимые уровни содержания химических веществ в воде водоемов после смешения со сбрасываемыми стоками не должны превышать, установленные в ГН 2.1.5.689, ГН 2.1.5.690, СП 2.1.5.761, ГН 2.1.5.963а, ГН 2.1.5.9636.

Не подлежат сбросу в канализационную сеть:

- концентрированные маточные и кубовые растворы (в том числе солевые и т.п.);
- нормативно чистые производственные сточные воды;
- осадки из локальных очистных сооружений, строительный и бытовой мусор, отходы производства.

11.4 Изготовитель колбас обеспечивает требования законодательных и нормативных документов в области обращения с отходами производства и потребления.

РАЗРАБОТАНО
ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова»

Зам. директора по научной работе

_____ А.А. Семенова

Зав. лабораторией технологии
колбас полуфабрикатов и упаковки

_____ В.В. Насонова

Ведущий научный сотрудник

_____ Л.И. Лебедева

Приложение И

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ имени В.М. Горбатова»
(ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова»)

ОКП 92 1310

Группа 11
(ОКС 67.120.10)

СОГЛАСОВАНО
Письмо № С/3-21/3962/14
от 05.08.2014 г.
Комитет ветеринарии
г. Москвы

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФГБНУ
«ВНИИМП им. В.М. Горбатова»
Председатель Технического комитета по стандартизации "Мясо и мясная продукция" (ТК - 226)

_____ А.Б. Лисицын

«20» 11 2014 г.

Изделия колбасные вареные с субпродуктами

Технические условия
ТУ 9213-070-00419779-14
(вводятся впервые)

Дата введения в действие - 20.11. 2014 г.

РАЗРАБОТАНО
ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова»

Зам. директора по научной работе

_____ А.А. Семенова

Зав. лабораторией технологии
колбас, полуфабрикатов и упаковки

_____ В.В.Насонова

100-5/564 05.09.14

Москва
2014

20.11.2014
200/079293

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФГБНУ «ВНИИМП
им. В.М. Горбатова»
Председатель Технического комитета
по стандартизации "Мясо и мясная
продукция" (ТК-226)

_____ А.Б. Лисицын

«20» ____11____ 2014 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
по производству изделий колбасных вареных с субпродуктами

Дата введения в действие «20»____11____2014 г.

Настоящая технологическая инструкция распространяется на продукты мясные – изделия колбасные вареные, вырабатываемые с субпродуктами (далее по тексту – колбасные изделия), предназначенные для непосредственного употребления в пищу и приготовления различных блюд и закусок.

Технологическая инструкция устанавливает рецептуру, технологические режимы порядок проведения технологических процессов и операций изготовления, контроля производства, его санитарно-гигиенического обеспечения, требования безопасности, обеспечивающие качество и безопасность колбасных изделий, отвечающих требованиям ТУ 9213-070-00419779-14.

Технологический процесс предусматривает подготовку мясного сырья, пищевых ингредиентов, добавок и материалов, приготовление фарша, формование, термическую обработку, упаковку, маркировку и приемку колбас.

1 Ассортимент

Колбасные изделия вареные выпускают следующих наименований:

колбасы вареные - «Ветчинная», «Сельская», «Обеденная»;

сардельки – «Студенческие»;

шпикачки - «Дачные».

11.1.1 Выбросы загрязняющих веществ не должны превышать после рассеивания в приземном слое атмосферы санитарно-гигиенических нормативов, установленных СанПиН 2.1.6.983.

Состав (номенклатура) выбросов загрязняющих веществ и их количество определяется согласно МУ по расчету количественных характеристик выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от основного технологического оборудования предприятий агропромышленного комплекса, перерабатывающего сырье животного происхождения (мясокомбинаты, клеевые и желатиновые заводы), Москва, 1987г.

11.1.2 Предприятия-изготовители колбасных изделий, сбрасывающие производственные сточные воды в водные объекты, обеспечивают требования СанПиН 2.1.5.980;

Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами, Харьков, Минводхоз СССР, 1974г ; Правил санитарной охраны прибрежных вод морей. Минздрав СССР, Москва, 1974 г.; Правил пользования системами коммунального водоснабжения и канализацией в Российской Федерации - №167 от 12.02.99.

Предприятия-изготовители колбасных изделий, сбрасывающие производственные сточные воды в канализации населенных пунктов, обеспечивают требования согласно Правил приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов, Москва, 1989 г.

Предельно допустимые концентрации и ориентировочные допустимые уровни содержания химических веществ в воде водоемов после смешения со сбрасываемыми стоками не должны превышать, установленные в ГН 2.1.5.689, ГН 2.1.5.690, СП 2.1.5.761, ГН 2.1.5.963а, ГН 2.1.5.9636.

Не подлежат сбросу в канализационную сеть:

- концентрированные маточные и кубовые растворы (в том числе солевые и т.п.);
- нормативно чистые производственные сточные воды;
- осадки из локальных очистных сооружений, строительный и бытовой мусор, отходы производства.

11.1.3 Изготовитель колбасных изделий обеспечивает требования законодательных и нормативных документов в области обращения с отходами производства и потребления.

РАЗРАБОТАНО

ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова»

Зам. директора по научной работе

_____ А.А. Семенова

Зав. лабораторией технологии колбас, полуфабрикатов и упаковки

_____ В.В. Насонова

Ведущий научный сотрудник

_____ Л.И. Лебедева

Приложение Й

АО «Йошкар-Олинский мясокомбинат». yola-agro.ru

424006, Россия, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, Кокшайский проезд, 44. Тел.: +7 (8362) 685-603. Факс: +7 (8362) 685-757.
Р/счет № 40702810637180101101 в отделении Марий Эл № 8614 ПАО Сбербанк. К/счет № 30101810300000000630. БИК 048 860 630.
ИНН 1215027621, КПП 121501001. ОГРН 1021 200 753 970. ОКВЭД 10.11 Переработка и консервирование мяса и мясной пищевой продукции.

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ЙОШКАР-ОЛИНСКИЙ МЯСОКОМБИНАТ»

Настоящим письмом сообщаю результаты апробации от 22-24.09.2021 г. на АО «Йошкар-Олинский мясокомбинат» разработанной ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН технологии полукопченых колбасных изделий со смесью свиных субпродуктов по ТУ 9212-069-00419779-14 «Колбасы полукопченые с субпродуктами».

Результаты апробации.

Выработана колбаса полукопченая «Пряная», содержащая в рецептуре 20% смеси субпродуктов (легкое, свиной желудок, пищевод с прилегающим мясом, обрезь свиную, селезенку и свиную диафрагму).

Выход готовой продукции к массе сырья составил 86%.

Готовая продукция имела высокие органолептические характеристики (общая органолептическая оценка – 5 баллов). По внешнему виду, цвету, аромату (запаху), вкусу и консистенции колбаса соответствовала требованиям к данной группе продукции.

Результаты исследования показателей пищевой ценности:

массовая доля белка - 15,3±0,46 %;

массовая доля жира - 38,0 ±1,5 %;

массовая доля влаги - 52,6±2,1 %

Полукопченая колбаса «Пряная» по рецептурному составу, показателями пищевой ценности, потребительским представляет практический интерес для предприятия.

По результатам апробации колбасные изделия по ТУ 9212-069-00419779-14 «Колбасы полукопченые с субпродуктами» могут быть рекомендованы для внедрения.

Заместитель
Генерального директора
по производству

Т.Г. Прохорова

Приложение К

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ БИБЛИОТЕКА»

Как проехать Контакты

Бюллетень новых поступлений

[Ввод запроса]

^ШХР: 16-7502
^АВТ: Глазкова И.В. Ирина Витальевна. ; Артамонова М.П. Марина Петровна. ; Бухтеева Ю.М. Юлия Михайловна. ; Пчелкина В.А. Виктория Александровна. ; Насонова В.В. Виктория Викторовна. ; Кузнецова О.А. Оксана Александровна.
^КАВ: Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского , Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В. М. Горбатова. Москва
^ЗГЛ: Вопросы цветообразования мясопродуктов. Современные технологические решения : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки: бакалавров 19.03.03 - продукты питания животного происхождения; магистров 19.04.03 - продукты питания животного происхождения; аспирантов 19.06.01 - промышленная экология и биотехнологии / [И. В. Глазкова и др.]; М-во образования и науки РФ, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования Моск. гос. ун-т технологий и упр. им. К. Г. Разумовского (ПКУ), Федер. агентство науч. орг., Федер. гос. бюджет. науч. учреждение "Всерос. науч.-исслед. ин-т мясной пром-сти им. В. М. Горбатова", Каф. "Бизнес-технологии мясных и молоч. продуктов, дет. питания и консервирования"
^ВЫХ: Москва: ВНИИМП, 2015. - 61 с.; 21 см
^ДАТ: 2015
^ПРМ: Авт. указаны в вып. дан.. - Библиогр.: с. 52-61 (129 назв.)

^TRN: RUM0115940
^ВИД: Книга
^СТР: Россия
^ЯЗК: Русский
^ISBN: 978-5-901768-25-9
+Индексирование

—

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ БИБЛИОТЕКА»

Как проехать Контакты

Бюллетень новых поступлений

[Ввод запроса]

^ШХР: 16-11474
^АВТ: Артамонова М.П. [сост.] Марина Петровна. ; Бухтеева Ю.М. [сост.] Юлия Михайловна. ; Шалимова Т.В. [сост.] Татьяна Владимировна. ; Пчелкина В.А. [сост.] Виктория Александровна. ; Насонова В.В. [сост.] Виктория Викторовна. ; Кузнецова О.А. [сост.] Оксана Александровна.
^КАВ: Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского , Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В. М. Горбатова. Москва
^ЗГЛ: Определение свежести мяса : учебно-методическое пособие : для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки: бакалавров 19.03.03 - продукты питания животного происхождения; магистров 19.04.03 - продукты питания животного происхождения; аспирантов 19.06.01 - промышленная экология и биотехнологии / М-во образования и науки РФ, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования Моск. гос. ун-т технологий и упр. им. К. Г. Разумовского (ПКУ), Каф. "Бизнес-технологии мяс. и молоч. продуктов", Федер. агентство науч. орг., Федер. гос. бюджет. науч. учреждение "Всерос. науч.-исслед. ин-т мяс. пром-сти им. В. М. Горбатова"; [сост.: М. П. Артамонова и др.]
^ВЫХ: Москва: ВНИИМП, 2016. - 34 с., ил.; 21 см
^ДАТ: 2016
^ПРМ: Библиогр.: с. 33-34 (23 назв.)

^TRN: RUM0118257
^ВИД: Книга
^СТР: Россия
^ЯЗК: Русский
^ISBN: 978-5-901768-35-8
+Индексирование

—

Приложение Л

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБНУ «ФНЦ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ ИМ. В.М.ГОРБАТОВА» РАН
ФГБОУ ВО МГУТУ ИМ. К.Г. РАЗУМОВСКОГО (ПКУ)

МЯСНАЯ ПРОДУКЦИЯ. ТЕХНОЛОГИЯ, КАЧЕСТВО И ПОТРЕБИТЕЛЬСКАЯ ОЦЕНКА

Под общей редакцией доктора технических наук,
профессора, академика РАН А.Б. Лисицына
и доктора экономических наук,
профессора В.Н. Ивановой

Рекомендовано Федеральным учебно-методическим объединением в системе высшего образования по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 19.00.00 «Промышленная экология и биотехнология» в качестве учебного пособия для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования уровня магистратуры направлений подготовки 19.04.04. «Технология продукции и организация общественного питания» и 19.04.01 «Биотехнология»

Москва
ДеЛи
2020

УДК 637.5(0.75.8)

ББК 36.92 (я73)
М99

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, ФГБНУ Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции *И.Ф. Горлов;*

доктор технических наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО «Кемеровский Государственный университет» *А.Ю. Просеков;*

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология продуктов питания животного происхождения» ФГБОУ ВО «Кемеровский Государственный университет» *Г.В. Гуринович*

М99 **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

В учебном пособии описаны современные технологические приемы производства мясной продукции (колбасные изделия, продукты из мяса, консервы, мясная продукция функционального и специализированного назначения). Описаны существующие классификации мясных изделий по основным признакам: назначению, технологии изготовления, содержанию мясных и немясных ингредиентов, содержанию мышечной ткани и др. Дана характеристика сырья, пищевых добавок и ингредиентов, а также упаковочных материалов, применяемых при производстве пищевой продукции из мяса. Представлены подробные технологические схемы переработки мясного сырья и оборудование, рассмотрены требования, обеспечивающие безопасность и качество мясной продукции.

Учебное пособие «Мясные продукты. Технология, качество и потребительская оценка» подготовлен для обучающихся по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 19.00.00 «Промышленная экология и биотехнология» в качестве учебного пособия для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования уровня магистратуры направлений подготовки 19.04.04. «Технология продукции и организация общественного питания» и 19.04.01 «Биотехнология

УДК 637.5(0.75.8)
ББК 36.92(я73)

© ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова,
МГУТУ им. К.Г. Разумовского, 2020
© Оформление. ООО «ТД ДеЛи», 2020

ISBN 978-5-6042712-6-1

СОДЕРЖАНИЕ

Введение (*акад. РАН, д.т.н., проф., лауреат Государственной премии РФ А.Б. Лисицын*) 7

Глава 1. Классификация мясной продукции (*к.т.н. В.В. Насонова*) 10

Глава 2. Сырье, пищевые ингредиенты и пищевые добавки для производства мясной продукции (*к.т.н. В.В. Насонова, к.т.н. Е.К. Туниева*) 13

2.1. Сырье для производства мясной продукции 13

2.2. Мясное сырье 14

2.2.1. Основные виды мясного сырья 14

2.2.2. Мясо птицы 15

2.2.3. Мясо механической обвалки 16

2.2.4. Субпродукты 16

2.2.5. Жировое сырье 17

2.3. Пищевые ингредиенты 18

2.3.1. Кровь и продукты ее переработки 18

2.3.2. Молоко и молочная продукция 18

2.3.3. Животные белки соединительнотканные 19

2.3.4. Растительные белки 20

2.3.5. Поваренная соль 23

2.3.6. Сахар 24

2.3.7. Пряности 24

2.4. Пищевые добавки 25

2.4.1. Классификация пищевых добавок 25

2.4.2. Характеристика пищевых добавок 29

2.5. Упаковка 34

Глава 3. Технологические процессы производства мясной продукции (*к.т.н. В.В. Насонова, к.т.н. Е.К. Туниева*) 42

3.1. Основные этапы технологического процесса производства мясной продукции 42

3.2. Подготовка пищевых ингредиентов, добавок и материалов 42

3.3. Подготовка мясного сырья 45

3.4. Измельчение и посол мясного сырья 48

3.4.1. Посолочные ингредиенты 48

3.4.2. Физико-химические и биохимические изменения при посоле 54

3.4.3. Посол мясного сырья для колбасных изделий 58

3.4.4. Посол мясного сырья для продуктов из мяса 59

3.4.5. Диффузионные процессы при посоле и способы их интенсификации 59

3.4.6. Измельчение мясного сырья 66

3.5. Приготовление фарша 67

3.6. Формование продукции 69

3.7. Термическая обработка 70
3.8. Контроль качества готовой продукции 76
Глава 4. Технология колбасных изделий (*к.т.н. В.В. Насонова, к.т.н. Е.К. Туниева*) 78
4.1. Классификация колбасных изделий 78
4.2. Производство колбасных изделий 80
4.2.1. Сырье и материалы 80
4.2.2. Измельчение и посол мясного сырья 82
4.2.3. Приготовление фарша для колбасных изделий 83
4.2.4. Подготовка оболочек и формование 86
4.3. Особенности производства отдельных видов колбас 87
4.3.1. Вареные колбасные изделия 87
4.3.2. Мясные хлеба 92
4.3.3. Полукопченые колбасные изделия 92
4.3.4. Варено-копченые колбасные изделия 98
4.3.5. Сырокопченые и сыровяленые колбасы 100
4.3.6. Колбасные изделия из термически обработанных ингредиентов 110
4.3.7. Кровяные колбасные изделия 117
4.3.8. Жареные колбасные изделия 121
4.4. Виды порчи колбасных изделий при хранении 124
4.5. Упаковка колбасных изделий 125
4.6. Контроль качества колбасных изделий 125
4.7. Транспортирование и хранение колбасных изделий 126

Приложение М

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
**Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение
«Федеральный научный центр
пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
(ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем
им. В.М. Горбатова» РАН)**

109316, г. Москва, ул. Талалихина, д. 26
Телефон: 8 (495) 676-95-11; факс: 8 (495) 676-95-51
E-mail: **info@fncps.ru**

29.12.2021г № 1007/дир
На №

Справка

Настоящая справка дана Насоновой Виктории Викторовне о том, что она, в период с 2019 по 2021 гг., выполнила научно-исследовательские работы (НИР) на предприятиях по убою и первичной переработке свиней в Белгородской, Липецкой, Пензенской и Тамбовской областях.

Результаты НИР востребованы и были успешно использованы при выполнении работ по хозяйственным договорам № 034.21.070, № 034.21.043, №034.21.023 №034.20.103, №034.20.041, №034.20.089, №034.19.037, №034.19.001 на общую сумму 2037,0 (две тысячи тридцать семь) тысяч рублей.

Директор О.А. Кузнецова

Приложение Н

Общество с ограниченной ответственностью
«Научный технико-технологический центр
мясной промышленности»
(ООО «НТТЦ Мясопром»)
109316, г. Москва, ул. Талалихина, д. 26
Телефон: 8 495 676-68-51, факс: 8 495 676-65-21
E-mail: **zakaz@vniimp.ru**

Справка

Настоящая справка выдана Насоновой Виктории Викторовне о том, что разработанная и переданная для реализации следующая технологическая документация:

- технологическая инструкция по производству паштетов мясных и мясосодержащих по ГОСТ Р 55334-2012 «Паштеты мясные и мясосодержащие. Технические условия»;
- технологическая инструкция по производству колбас ливерных по ГОСТ Р 54646-2011 «Колбасы ливерные. Технические условия»;
- технологическая инструкция по производству колбас кровяных по ГОСТ Р 54670-2011 «Колбасы кровяные. Технические условия»;

была реализована и внедрена на 19 предприятиях страны.

Исполнительный директор Горбатов С.А.

Приложение О

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»

СЕРТИФИКАТ

участника

МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦИИ

Насонова Виктория Викторовна

приняла участие в Международной научной онлайн-конференции
«Направленная трансформация продовольственного сырья
при производстве продуктов питания, пищевых и биологически активных добавок,
обеспечение контроля качества и безопасности»

*с докладом «Аддитивы на основе гидролизатов из животного сырья
для пищевых психоэмоциональных продуктов»*

14-15 апреля 2022 года

Директор ФГБНУ СКФНЦСВВ
академик РАН

Е.А. Егоров

г. Краснодар