

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионально образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)

На правах рукописи

ЦИРУЛЬНИЧЕНКО ЛИНА АЛЕКСАНДРОВНА

**ФОРМИРОВАНИЕ УЛУЧШЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ
СВОЙСТВ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МЯСА ПТИЦЫ,
ВЫРАБОТАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТОВ
УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ
ВОДОПОДГОТОВКИ**

Специальность: 05.18.15 - Технология и товароведение продуктов
и функционального и специализированного назначения, и
общественного питания (технические науки)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
доцент И.Ю. Потороко

Орел – 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
1.1 Состояние и основные тенденции развития птицеперерабатывающей отрасли России	10
1.2 Современные подходы формирования потребительских свойств продуктов переработки мяса птицы.....	17
1.2.1 Функционально-технологические характеристики мяса птицы и их влияние на качество продуктов его переработки.....	18
1.2.2 Технологические процессы переработки мяса птицы и способы их интенсификации.....	28
1.3 Перспективы использования ультразвукового воздействия в технологии производства продуктов переработки мяса птицы.....	38
ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	45
2.1 Объекты исследований.....	45
2.2 Организация эксперимента.....	46
2.3 Методы исследований.....	48
ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ СПРОСА НА ПРОДУКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ МЯСА ПТИЦЫ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТРЕБОВАНИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К ИХ КАЧЕСТВУ.....	56
3.1 Маркетинговые исследования спроса на мясо птицы и продукты его переработки в Уральском регионе.....	56
3.2 Анализ потребительских требований к продуктам переработки мяса птицы и установление факторов, их определяющих.....	61
ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВО ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ, ПРОИЗВЕДЕННЫХ В УРАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ И ОЦЕНКА ИХ ВАРИАТИВНОСТИ.....	64

4.1 Товароведная оценка качества мяса цыплят-бройлеров, поступающего на переработку.....	64
4.2 Исследование качества воды, поступающей на птицеперерабатывающие предприятия Уральского региона.....	73
4.3 Исследование факторов определяющих функционально-технологических свойств мяса цыплят-бройлеров	76
4.3.1 Исследование функционально-технологических свойств мяса цыплят-бройлеров с учетом морфологического строения.....	78
4.3.2 Исследование функционально-технологических свойств мяса цыплят-бройлеров с учетом термического состояния.....	84
ГЛАВА 5 ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭФФЕКТОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ СЫРЬЯ.....	86
5.1 Исследование влияния эффектов кавитации на показатели качества воды, используемой в технологии продуктов переработки мяса цыплят-бройлеров.....	86
5.2 Исследование влияния эффектов ультразвукового воздействия на свойства мясного сырья.....	94
5.2.1 Физико-химические превращения форм связей воды в мясе цыплят-бройлеров под воздействием эффектов ультразвукового воздействия.....	94
5.2.2 Исследование кинетических закономерностей посола мяса цыплят-бройлеров с использованием активированных жидких сред.....	101
5.3 Обоснование оптимальных режимов получения активированных жидких сред на основе эффектов ультразвукового воздействия.....	104
5.4 Исследование влияния эффектов ультразвукового воздействия в технологии продуктов переработки мяса цыплят-бройлеров.....	109
5.4.1 Исследование влияния эффектов ультразвукового воздействия в	

технологии натуральных полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров.....	109
5.4.2 Исследование влияния эффектов кавитации в технологии рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров.....	117
ГЛАВА 6. ТОВАРОВЕДНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ХРАНИМОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ, ВЫРАБОТАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	126
6.1 Товароведная оценка качества продуктов переработки мяса цыплят-бройлеров, произведенных с использованием эффектов ультразвукового воздействия.....	126
6.2 Исследование пищевой полноценности продуктов переработки мяса цыплят-бройлеров, выработанных с использованием эффектов ультразвукового воздействия.....	147
ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ.....	154
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	155
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	156
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	173

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Современное состояние мясоперерабатывающей отрасли России тесно взаимосвязано с развитием сырьевой базы. Одним из источников создания высококачественных мясных продуктов может служить отрасль птицеводства, состояние которой в Уральском регионе характеризуется высоким ресурсным потенциалом. В настоящее время российский рынок мяса птицы находится в стадии динамичного развития, что, в первую очередь, обусловлено высокой рентабельностью данного производства. На государственном уровне действуют программа развития АПК, а также целевая программа развития птицеводства в Российской Федерации на период 2013 – 2015 годы.

Большое внимание исследованию качественных характеристик продуктов переработки мяса птицы (ППМП) уделено в работах: Антиповой Л.В., Криштафович В.И., Ганоцкого В.А., Жаринова А.И., Стефановой И.Э., Позняковского В.М., A. Sams, H. Hedrick, J. Kinsella, и др. Авторы сделали большой вклад в развитие фундаментальных основ технологии производства мясных продуктов с ориентацией на мировые стандарты качества, а также формирование их потребительских свойств.

Разработка инновационных подходов в технологии ППМП, направленных на ресурсосбережение, импортозамещение, интенсификацию производственных процессов и улучшение потребительских свойств готовых продуктов включает различные направления, среди которых выделены современные электрофизические способы, в том числе ультразвуковые (кавитационные), о чем указано в Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 г, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации №559-р. от 17 апреля 2012 г.

Работа выполнялась в рамках реализации программы развития Южно-Уральского государственного университета на 2010-2019 гг. по приоритетному направлению развития «Суперкомпьютерные и грид-технологии в решении

проблем энерго- и ресурсосбережения», по теме «Моделирование экспертного ситуационного управления ресурсоэффективностью производства продукции» и по теме «Моделирование процессов управления качеством продукции, полученной из нетрадиционных видов сырья с применением инновационных способов обработки» кафедры «Товароведение и экспертиза потребительских товаров».

Степень разработанности темы. Сущность процессов электрофизического воздействия, их применимость в технологиях пищевых производств описаны в трудах отечественных и зарубежных ученых: Юдаева В.Ф., Промтовой М.А., Рогова И.А., Красули О.Н, Потороко И.Ю., Шестакова С.Д., Тихомировой Н.А., Хмелева В.Н., Бергмана Л., М. Ashokkumar, T. Maisona, J. Suslika, J. Chandrapala, C. Oliver, S. Kentish и др. Вместе с тем, использование эффектов ультразвукового воздействия (УЗВ) как фактора формирования потребительских свойств ППМП в настоящее время изучены и описаны недостаточно.

В соответствии с вышеизложенным, комплексный анализ факторов, обуславливающих формирование потребительских свойств ППМП, и исследование возможностей применения УЗВ для их улучшения имеет важное научно-практическое значение и является актуальным.

Цель работы заключается в улучшении потребительских свойств продуктов переработки мяса цыплят-бройлеров (ППМЦБ) за счет корректировки свойств сырья и интенсификации процессов производства на основе применения эффектов УЗВ.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие **задачи**:

1. Провести маркетинговое исследование спроса и потребительских требований к ППМП, установить потенциал данного сегмента на региональном рынке, определить объекты исследования;
2. Исследовать факторы, определяющие качество ППМЦБ, произведенных в Уральском регионе.

3. Обосновать возможность применения эффектов УЗВ для корректировки свойств сырья и установить оптимальные режимы воздействия для улучшения потребительских свойств готовых изделий.

4. Исследовать влияние эффектов УЗВ на показатели и кинетику процессов посола мясного сырья в технологии натуральных и рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров (МЦБ).

5. Обосновать состав и способ производства новых видов полуфабрикатов из МЦБ.

6. Провести опытно-промышленную апробацию и комплексную товароведную оценку качества ППМЦБ, полученных на основе эффектов УЗВ и по традиционным технологиям.

Научная новизна. Диссертационная работа содержит элементы научной новизны в рамках пунктов 2, 4, 14 паспорта специальности 05.18.15.

Экспериментально установлены оптимальные параметры ультразвукового воздействия на рассол, используемый в производстве натуральных и рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров (мощность 180 Вт, продолжительность воздействия в зависимости от термического состояния мясного сырья 1,8 – 2,3 мин), позволяющие улучшить функционально-технологические свойства этих полуфабрикатов и готовых кулинарных изделий из них.

Научно обоснован состав и способ производства новых видов полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров с использованием ультразвуковой подготовки рассола: рубленого полуфабриката «Нагетсы», натуральных полуфабрикатов «Грудка», «Бедро».

Показано положительное влияние аффектов ультразвукового воздействия на уровень гидратации белковых структур мяса цыплят-бройлеров (увеличение на 9–12 %).

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в том, что в работе предложен способ производства продуктов ППМЦБ путем встраивания УЗВ на этапе подготовки мясного сырья и приготовления фарша; установлена

эффективность предложенной технологии производства полуфабрикатов из МЦБ в улучшении их потребительских свойств. Разработан проект технологической инструкции по изготовлению и применению рассолов, подвергнутых воздействию ультразвуковой кавитации для производства ППМЦБ (приложение 4).

Предложенный способ производства натуральных и рубленых полуфабрикатов из МЦБ апробирован в условиях действующего предприятия – ЗАО «Орский мясокомбинат» (Акты внедрения – приложение 1).

Получена приоритетная справка на патенты РФ №2013123709 от 23.05.2013 «Способ подготовки воды для пищевых производств», №2014126556 с приоритетом от 30.06.2014 «Способ производства полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров», №2014126557 от 30.06.2014 «Способ производства рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров» (дипломы – приложение 3).

Инновационная разработка «Способ производства полуфабрикатов из мяса птицы (цыплят-бройлеров) для модификации недостатков исходного сырья и получения продуктов с улучшенными потребительскими свойствами» отмечен дипломом и золотой медалью на конкурсе «Инновационные разработки» в рамках XXI областной агропромышленной выставки «Агро-2014», дипломом и серебряной медалью Министерства сельского хозяйства РФ на XVI Российской агропромышленной выставке «Золотая осень» за создание эффективных методов сонохимии и биотехнологии пищевых сред мяса птицы.

Разработанные автором научные положения и практические решения нашли применение при организации научно-исследовательской работы студентов и аспирантов, результаты исследований используются в учебном процессе студентов, обучающихся по направлению 100800.62 «Товароведение», 260200 «Технология продуктов питания животного происхождения» ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) при изучении дисциплин «Пищевая и биологическая химия», «Товароведение однородных групп товаров», «Технология мяса и мясопродуктов».

Методология и методы исследования. В работе использовались стандартные и общепринятые методы оценки качества воды, состава и свойств

мясного сырья, полуфабрикатов и готовых кулинарных изделий: органолептические, физико-химические, реологические, микроскопические, биохимические.

Работа выполнялась в лабораториях кафедры «Товароведение и экспертиза потребительских товаров», «Органическая химия» и научно-образовательного центра «Нанотехнологии» ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ).

Положения, выносимые на защиту:

– совокупность результатов маркетинговых исследований спроса и потребительских требований, предъявляемых к продуктам переработки мяса птицы;

– результаты исследования факторов, определяющих качество продуктов переработки мяса цыплят-бройлеров в Уральском регионе;

– экспериментальное обоснование нового подхода формирования улучшенных потребительских свойств ППМЦБ на основе использования эффектов УЗВ и их влияния на ФТС мясного сырья;

– совокупность экспериментальных данных направленного влияния эффектов УЗВ на гидратные свойства белков МЦБ и изменение структурно-механических свойств фаршевых систем; способ производства полуфабрикатов из МЦБ, имеющий техническую новизну;

– результаты комплексной товароведной оценки качества ППМЦБ, полученных на основе применения эффектов УЗВ при подготовке жидких пищевых сред, и их стойкости в хранении.

Степень достоверности результатов большим массивом экспериментальных данных, полученных и обработанных с применением стандартных, общепринятых и специальных методов; согласованностью результатов с известными представлениями о составе и свойствах мясного сырья, теории ультразвукового воздействия; подтверждается актом промышленных испытаний, публикацией основных положений диссертации в рецензируемых печатных изданиях.

ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Состояние и основные тенденции развития птицеперерабатывающей отрасли России

В соответствии с принятыми на законодательном уровне документами (Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года, Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания на период до 2020 года и др.) удельный вес мяса и мясопродуктов отечественного производства должен составлять не менее 85 % в общем объеме товарных ресурсов, тогда как в настоящее время (по состоянию на 1.02.2012 г) этот показатель составляет 59 %, по мясу птицы – 74 % [111].

Согласно нормам питания среднегодовое потребление мяса и мясопродуктов должно составлять 70–75 кг на душу населения в год, при этом по состоянию на 2010 г данный показатель составил лишь 68 кг [112].

Мясной рынок России по состоянию на 1.02.2012 года характеризовался следующими показателями: производство птицы – 3 526 тыс. т, свинины – 2 800 тыс. т, говядины – 2 398 тыс. т, что в процентном отношении к общему объему 9208 тыс. т представлено на рисунке 1.1.

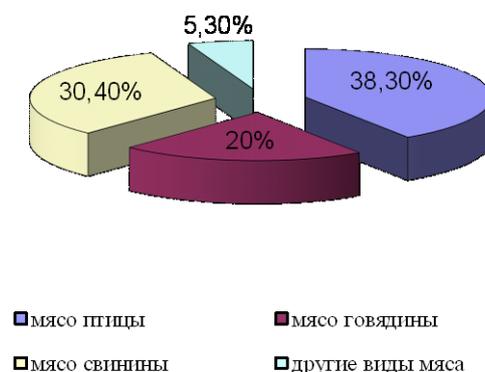


Рисунок 1.1 – Структура российского рынка мяса по состоянию на 1.02.2012 года

За последние 5 лет объем производства мяса в России сократился более чем на 50%, в конце 2010 года поголовье крупного рогатого скота составило 8,4 млн. голов, свиней – 21,6 млн. голов, мелкого рогатого скота – 20,1 млн. голов, что, в целом, связано с общей неблагоприятной ситуацией в сельском хозяйстве [78, 120].

Таким образом, птицеводство на сегодняшний день является одной из важнейших и наиболее эффективных отраслей сельского хозяйства, призванной обеспечить население такими продуктами питания как яйцо и мясо птицы, характеризующимися высоким содержанием полноценного белка животного происхождения [78, 120, 119].

Вместе с тем, доля мяса птицы в потребительском балансе в России составляет 38 %, тогда как в развитых странах – показатель достигает более 50%. Постоянно растущий спрос на мясо птицы объясняется как их потребительскими свойствами, так и низким уровнем потребительских цен по сравнению с другими видами животноводческой продукции.

Для решения этой проблемы на государственном уровне принимаются различные меры, в том числе разрабатывается и внедряется огромное количество федеральных и региональных программ, среди которых приоритетный национальный проект «Развитие АПК», Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008 – 2012 годы, а также целевые программы ведомства «Развитие птицеводства в Российской Федерации на 2010 – 2012 годы», «Развитие птицеводства в Российской Федерации на 2013 – 2015 годы».

Реализация некоторых из этих программ уже способствовала привлечению в отрасль около 250 млрд. рублей инвестиций, что позволило осуществить ввод новых предприятий, реконструкцию и модернизацию более 400 действующих объектов и, в целом, обеспечить рост объемов производства в птицеперерабатывающей отрасли.

За 2006 – 2011 годы производство мяса птицы увеличилось на 1,8 млн. тонн в убойной массе (более чем в 2 раза). Поставки мяса птицы по импорту сокращены

более чем в 2,5 раза.

Особенностью развития птицеводческой отрасли в России является ее сосредоточенность в сельскохозяйственных организациях. На долю крестьянских (фермерских) хозяйств и хозяйств населения приходится лишь 10,8% производства мяса птицы. Основные показатели развития отрасли птицеводства представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные показатели развития отрасли птицеводства в РФ

Мясо птицы, тыс. тонн в убойном весе	2005 г.	2009 г.	2010 г.	2012 г.	2012 г. в % к 2009 г.
		1388	2555	2847	3550

Согласно действующих государственных программ развития отрасли для удовлетворения потребностей внутреннего рынка и развития внешнеторговой деятельности необходимо увеличить производство мяса птицы до 4,0 млн. тонн. Основной прирост производства птицеводческой продукции в рамках объемов, предусмотренных федеральной программой, будет осуществляться на промышленных птицефабриках. Прогноз производства мяса птицы представлен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Прогноз производства мяса птицы в РФ (тыс. тонн убойной массы)

	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2015 г. к 2012 г.	
					%	+, -
1	2	3	4	5	6	7
Итого все категории хозяйств	3550	3700	3900	4000	113	450
Сельхозпредприятия (птицефабрики)	3194	3340	3540	3640	114	446
из них:						
бройлеры	3031	3154	3312	3353	111	322
технологическая выбраковка кур яичных и мясных кроссов	96,5	97	106	108,4	112	11,9
индейки	61,5	81	112	168	в 2,7 раза	106,5
утки	3,8	6,0	8	8,5	в 2,2 раза	4,7
гуси	0,4	0,7	0,7	0,8	в 2 раза	0,4

Окончание таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7
перепела	0,8	1,3	1,3	1,3	162	0,5
Доля сельхозпредприятий в общем производстве, %	90	90	91	91		
Хозяйства населения, крестьянские (фермерские) хозяйства	356	360	360	360	101	4
Доля ЛПХ и КФХ в общем производстве, %	10	10	9	9		

Анализируя ассортимент продукции птицеводческой отрасли, можно отметить, что в 2012 году из общего объема произведенного мяса птицы 40% реализовано тушками, из них 53% – в охлажденном виде, 40 % – натуральными полуфабрикатами, из которых 57% – в охлажденном виде и 20% – в виде колбасно-кулинарных изделий, в том числе деликатесных, рубленых полуфабрикатов, полуфабрикатов в тестовой оболочке, консервов и продуктов из мяса птицы готовых к употреблению [78].

Таблица 1.3 – Ассортимент мяса птицы в РФ (включая прогноз)

	2005 г.	2012 г.	2015 г.	2015 г. к 2005 г. (+0-, %)
Тушки, %	46,5	40,0	38,0	-8,5
из них охлажденные, %	20,0	53,0	55,0	35,0
Натуральные полуфабрикаты, %	27,5	40,0	42,0	14,5
из них охлажденные, %	12,0	57,0	59,0	47,0
Колбасы, консервы, продукты из мяса птицы, готовые к употреблению, %	32,5	20,0	20,0	12,5

Реализация программных мероприятий в настоящее время проходит в новых условиях, что связано с активной внешнеэкономической деятельностью России. Так с 1 июля 2011 года в полном объеме функционирует Таможенный союз России, Беларуси и Казахстана, сформированный с целью создания единой таможенной территории, в пределах которой применяется единый таможенный тариф и единые меры торговли с третьими странами. Это определяет новые подходы к обеспечению вопросов регламентирования качества продукции.

В настоящее время спрос на мясо птицы обеспечивается за счет внутреннего производства на 90%, которое имеет тенденцию к росту. При этом только 15 субъектов Российской Федерации полностью обеспечивают потребности региона

внутренним производством при среднедушевом потреблении 30 кг, в 24 субъектах уровень самообеспеченности свыше 50% и в 39 субъектах – менее 50%.

Уральский регион, согласно данным Стратегии социально-экономического развития Уральского федерального округа на период до 2020 г, утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 6 октября 2011 г. N 1757-р, занимает 5-е место в рейтинге округов Российской Федерации по объему производства скота и птицы, а Челябинская область занимает ведущее место в РФ по объемам производства мяса птицы.

За последние 10 лет производство скота и птицы на убой в живом весе в хозяйствах всех категорий Уральского федерального округа выросло на 33,7% к уровню 2000 года и составило 703,6 тыс. тонн. В сельскохозяйственных предприятиях оно выросло на 79,3%, а в крестьянских (фермерских) хозяйствах - на 57,4%.

Основной прирост производства достигнут за счет увеличения производства птицы на убой на 270% к уровню 2000 года. Динамика производства мяса птицы в Уральском регионе за последние годы представлена на рисунке 1.2.

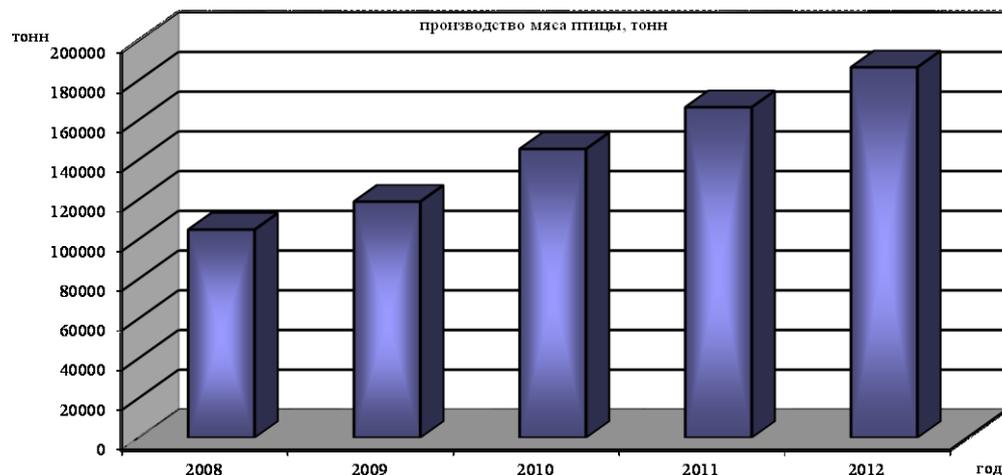


Рисунок 1.2 – Динамика производства мяса птицы в Уральском регионе, тонн

Сельскохозяйственные организации в округе обеспечивают производство 64,5% птицы на убой (в убойном весе), крестьянские (фермерские) хозяйства – 2,2%, личные подсобные хозяйства стали производителями одной третьей птицы (33,2%), а также яиц (около 10%).

В настоящее время в Уральском регионе действует более 30 крупных птицефабрик, основные из которых сосредоточены в Челябинской, Свердловской, Курганской и Тюменской областях (рисунок 1.3) [184].

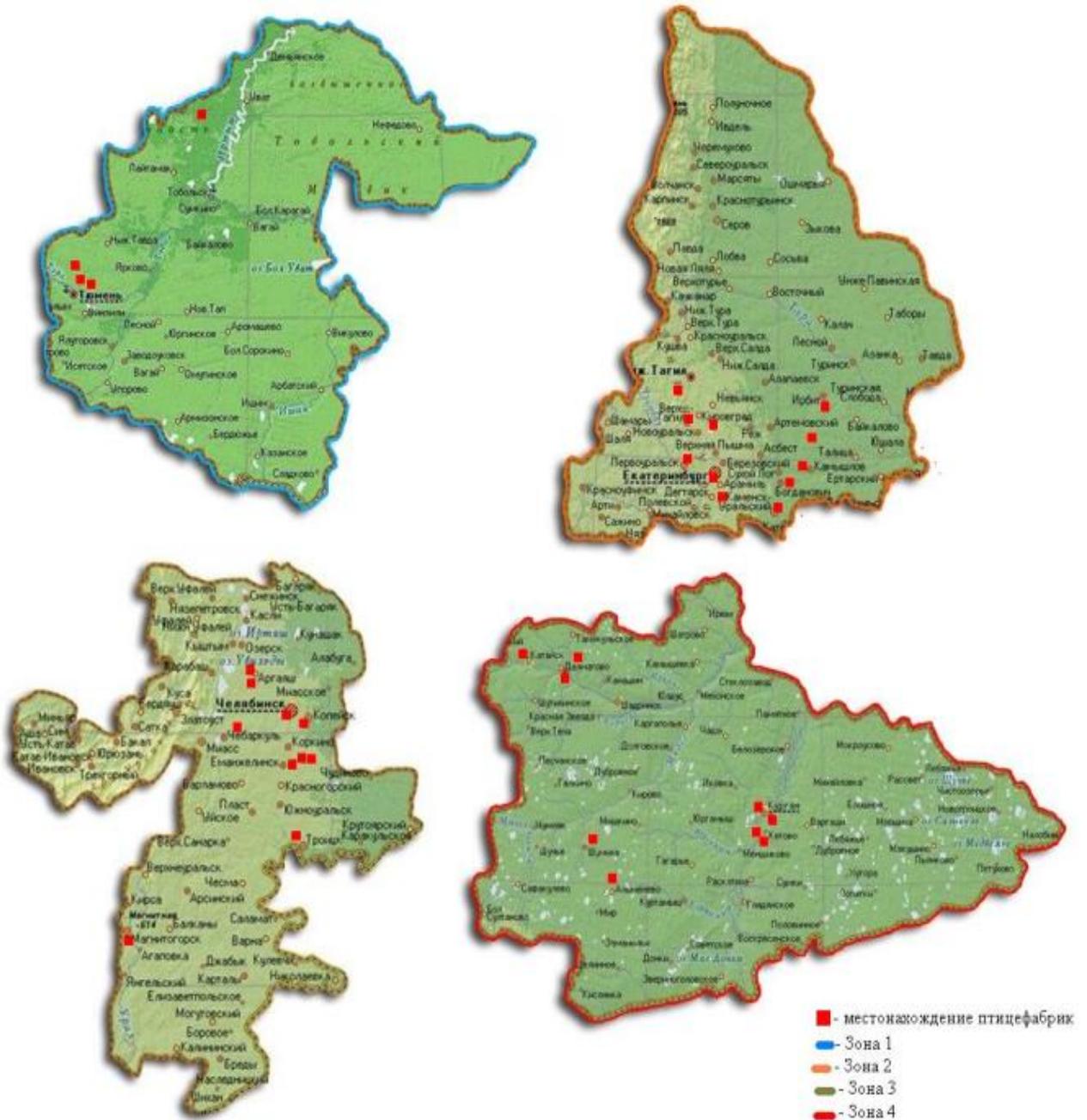


Рисунок 1.3 – Расположение птицефабрик в Уральском регионе

В последние годы в региональном производстве продукции из мяса птицы наблюдается четкая тенденция увеличения производства продукции переработки мяса птицы как охлажденной, так и замороженной (таблица 1.4).

Таблица 1.4 – Производство продукции из мяса птицы в Уральском регионе

Наименование продукции	Объемы производства, т				Темпы роста	
	декабрь 2012	декабрь 2013	2013	2012	дек. 2013 в % к дек.2012	2013 в % к 2012
Мясо птицы парное, остывшее, охлажденное	10197,58	11116,5	96147,84	91765,1	91,7	104,8
Субпродукты птицы свежие, охлажденные	312	578	3319,2	4066,6	54,0	81,6
Полуфабрикаты из мяса птицы охлажденные	2482	3008	28986	25935	121,2	111,8
Мясо птицы замороженное, глубокой заморозки	9669,1	8045	123025,09	92741	120,2	132,7
Субпродукты птицы, подмороженные, замороженные, глубокой заморозки	2089	1926	23404,76	19715	108,5	118,7
Полуфабрикаты из мяса птицы подмороженные, замороженные, глубокой заморозки	2039	2582	23248	19565	126,6	118,8

Структура регионального рынка продуктов переработки мяса птицы по видам продукции и термическому состоянию схематично может быть представлена в следующем виде (рисунок 1.4):

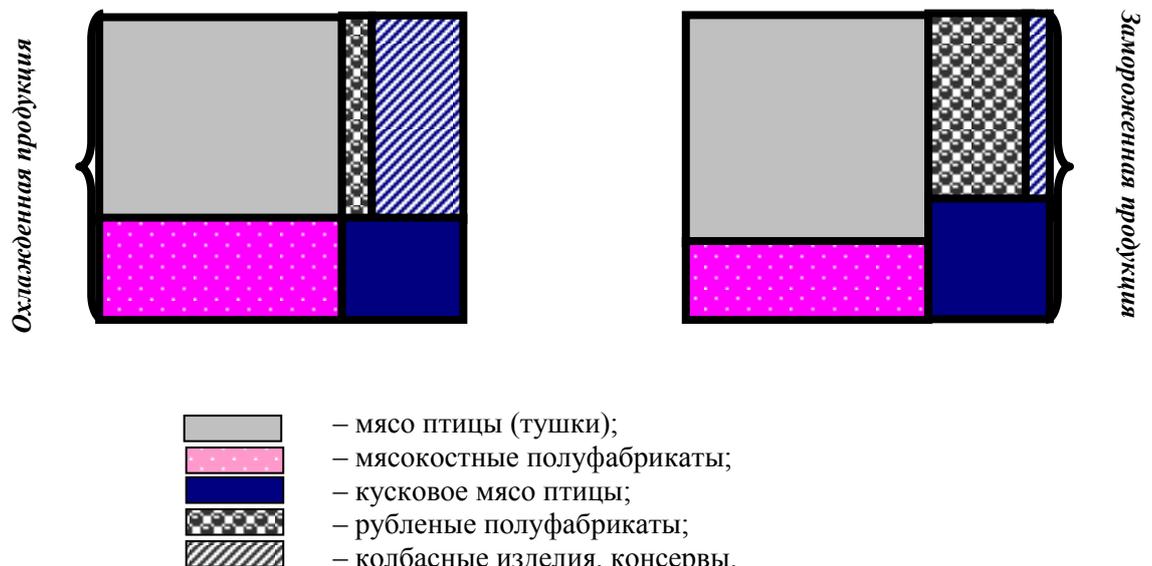


Рисунок 1.4 – Структура рынка продуктов переработки мяса птицы Челябинской области

Развитие сельского хозяйства Уральского федерального округа в рамках инновационного сценария основывается на значительном усилении энерго- и

ресурсосберегающих факторов, которые должны охватить в системном виде все сферы пищевых производств, в том числе и птицеперерабатывающую отрасль.

В качестве основной задачи ставится обеспечение конкурентоспособности продукции за счет повышения технологического и организационного уровня производства.

Для достижения указанной цели в области технологий производства мяса птицы перспективными направлениями обозначены [185]:

- ✓ в целях увеличения объема производства мяса и ресурсосбережения, создание современного оборудования для поточной технологии выращивания бройлеров с дифференцированной плотностью посадки в стартовый период выращивания;

- ✓ при выращивании бройлеров, ремонтного молодняка и родительского стада мясных кур использование светодиодных ламп с различной продолжительности светового периода и интенсивностью;

- ✓ использование электроактивированной воды в птицеводстве при переработке мяса птицы, дезинфекции инкубационных яиц и оборудования

- ✓ генеральной тенденцией развития рынка птицеперерабатывающей отрасли является увеличение производства охлажденной продукции как в сегменте собственно мяса птицы (тушек), так и в сегментах натуральных полуфабрикатов и продуктов глубокой переработки.

1.2 Современные подходы формирования потребительских свойств продуктов переработки мяса птицы

Известно, что определяющее значение в процессе формирования качества готового продукта с ориентацией на оптимизацию его потребительских свойств отводится сырьевым ресурсам. Применительно к продуктам переработки мяса птицы, ключевым критерием, обуславливающим их потребительские свойства (пищевая полноценность, органолептические свойства, безопасность), является пригодность мясного сырья к переработке, которая оценивается по комплексу

показателей - химический состав, морфологическое строение, уровень рН, термическое состояние. Данные параметры будут определять закономерности течения большинства технологических процессов.

1.2.1 Функционально-технологические характеристики мяса птицы и их влияние на качество продуктов его переработки

Переработка мяса птицы сопровождается сложными физико-химическими, биохимическими и механическими процессами. Для прогноза поведения мясного сырья в ходе технологической обработки используют комплекс функционально-технологических и структурно-механических показателей, объективно отражающих его качество (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Взаимосвязь функционально-технологических свойств мяса птицы и параметров, их определяющих

Важным показателем функционально-технологических свойств мяса птицы является величина рН, которая в значительной мере влияет на такие параметры качества готовых изделий как цвет, нежность, влагосвязывающая способность и стойкость при хранении. Величина рН мяса птицы зависит от многих факторов, так после уояа в процессе охлаждения в течение 18 – 48 ч величина рН снижается в среднем до 5,7 – 5,4. Более низкая способность охлажденного мяса по сравнению с

парным связывать воду и жир объясняется, в первую очередь, (наряду с распадом АТФ) и снижением показателя рН [71, 90, 48].

Зная величину рН, можно установить оптимальные направления использования мясного сырья в процессе промышленной переработки.

В настоящее время вопрос направленного использования сырья с учетом характера течения процессов автолиза приобретает особое значение, так как существенно возросла доля птицы, поступающие на переработку, у которых после убоя в мышечной ткани обнаруживаются значительные отклонения от нормально протекающих в послеубойный период биохимических процессов. По разным источникам, доля мяса птицы с признаками PSE 35-40% от общего объема продукции [184].

Причинами возникновения порока PSE могут быть интенсивный откорм птиц и ограниченная подвижность при содержании. Переработка мяса с пороком PSE затруднена, так как при этом ухудшаются органолептические характеристики готовых изделий, снижается выход, что обуславливает необходимость применения адаптивных добавок.

Проблема переработки экссудативного мясного сырья определяется его рыхлой консистенцией, повышенным выделением мясного сока и низкой влагосвязывающей способностью.

Водосвязывающая способность мяса птицы существенно зависит от количества и степени связи с белком иммобилизованной и свободной воды. Водосвязывающая способность определяется рядом факторов: возрастом птицы, количественным соотношением влаги и жира, глубиной автолитических процессов, величиной рН, количеством белков, их составом и свойствами [71, 92].

Наибольшее практическое значение имеет водосвязывающая способность мышечной и соединительной тканей, так как эта влага является преобладающим компонентом мяса птицы. Водосвязывающая способность мышечной ткани определяется в первую очередь свойствами и состоянием белков миофибрилл (актина, миозина и актомиозина). В составе соединительной ткани воды меньше, в основном она связана с коллагеном.

Вода оказывает существенное влияние на такие качественные характеристики готовых мясных изделий, как консистенция, структура, устойчивость при хранении, а также выход готового продукта.

Воду, содержащуюся в пищевых продуктах, как правило, разделяют в зависимости от форм ее связи с белками на три группы:

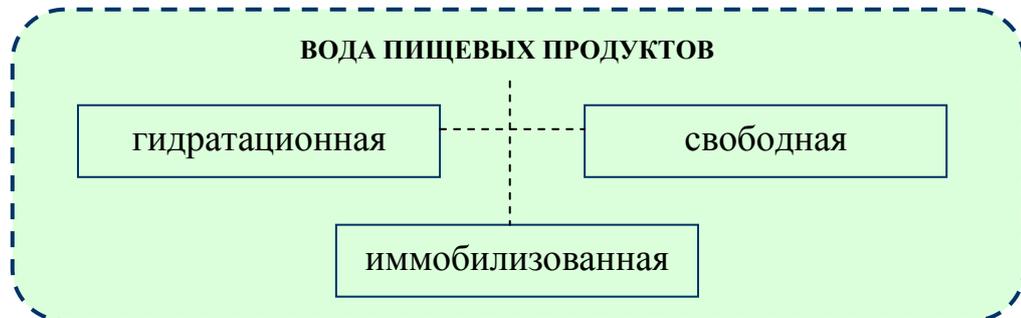


Рисунок 1.6 – Формы связи воды в пищевых продуктах

Гидратационная вода (около 5 % от общего ее содержания), как показывают спектры ядерно-магнитного резонанса, имеет структуру «водородных мостиковых соединений». По физическим свойствам она отличается от иммобилизованной и свободной воды более низкой температурой замерзания, большей плотностью, меньшим давлением паров и способностью к растворению различных соединений. Гидратационная вода связана электростатически с диссоциированными группами боковых цепей (карбоксильными, гидроксильными, сульфгидрильными и аминокетильными), водородными связями с недиссоциированными полярными группами (карбоксильными и аминокетильными пептидных связей) и формирует мономолекулярный слой на их поверхности.

Иммобилизованная вода, составляющая наибольшую часть общего ее содержания, связана сорбционными и ван-дер-ваальсовыми силами в виде мультимолекулярных слоев с мышечными мембранами и филаментами. По физическим свойствам она отличается от гидратационной и образует «льдоподобную» структуру между белковыми молекулами. Количество иммобилизованной воды зависит от пространственной структуры белков, которая расширяется или сжимается в зависимости от притяжения или отталкивания заряженных боковых групп молекул белка. Увеличение расстояния между ними при

повышении заряда белковой сетки и разрыве поперечных связей приводит к росту количества иммобилизованной воды, а ассоциация молекул, наоборот, сопровождается его уменьшением [92, 104, 48, 51].

Свободная вода, молекулы которой за счет водородных связей организованы в виде «кластера», постоянно то разрушающегося, то образующегося вновь. Таким образом, у свободной воды есть «промежуточное» состояние между отдельными молекулами и решеткообразной структурой льда. Время жизни таких кластеров очень незначительно, и при повышении температуры оно уменьшается. Так, при отрицательных температурах молекулы свободной воды соединены водородными связями на 100%, при 6 °С – на 52%, а при 34 °С – на 45%. Свободная вода удерживается в мясе силами капиллярного взаимодействия и является постоянным депо для пополнения количества иммобилизованной воды [26].

В зависимости от прочности связи воды различают адсорбционную, осмотическую и капиллярную влагу.

Адсорбционная влага – это часть влаги, которая находится в мясе в наиболее прочно связанном состоянии, удерживаемом за счет сил адсорбции, главным образом белками.

Число групп, фиксирующих влагу благодаря адсорбции, зависит от взаимодействия белков друг с другом, при котором происходят взаимная блокировка активных групп и уменьшение адсорбции. Такое взаимодействие наблюдается, например, при автолизе. Большое значение для водосвязывающей способности белков имеет концентрация электролитов в саркоплазме клеток, так как от нее зависит степень ионизации белков.

Помимо природных свойств белков на количество удерживаемой ими адсорбционной влаги влияют те факторы, которые изменяют число гидрофильных групп белка: интервал между рН среды и изоэлектрической точкой, свойства и концентрация электролитов, взаимодействие белков друг с другом в силу особых условий. Известное значение имеет температура (ниже температуры денатурации), с повышением которой усиливается разбрасывающее тепловое движение диполей воды и уменьшается общая толщина адсорбционного слоя.

Осмотическая влага удерживается в ненарушенных клетках за счет разности осмотического давления по обе стороны клеточных оболочек (полупроницаемых мембран) и внутриклеточных мембран. В межклеточных пространствах, так же как и в тканях с неклеточной структурой, роль полупроницаемой перегородки выполняет структура каркаса белковых гелей, в ячейках которого удерживается вода. Кроме того, более высокое осмотическое давление и увеличение количества осмотически связанной воды возникают в зависимости от концентрации ионов электролитов вблизи полярных групп белка. Таким образом, содержание осмотической влаги в мясе птицы тем выше, чем больше остается неразрушенных полупроницаемых мембран или структурных образований, выполняющих их роль. Она частично выходит из мяса при погружении его в раствор с более высоким осмотическим давлением (посол), при тепловой денатурации белков. Количество осмотической влаги влияет на упругие свойства тканей.

Капиллярная влага заполняет поры и капилляры мяса и фарша. Количество капиллярной влаги зависит от степени развития капиллярной сети в структуре материала. Капиллярная влага влияет на объем и сочность продукта. Чем больше величина капиллярного давления, тем прочнее капиллярная влага связана с материалом. Капиллярное давление, в свою очередь, определяется размером капилляров. Чем меньше диаметр капилляров и микрокапилляров, тем больше капиллярное давление и тем прочнее удерживается вода [24, 48, 51].

Даже в границах одной формы связи влаги ее прочность и влияние на свойства тканей неодинаковы. В технологической практике влагу по форме ее связи с мясом часто упрощенно разделяют на прочно-связанную, слабосвязанную полезную и слабосвязанную избыточную. К влаге, прочно связанной с продуктом, относят в основном адсорбционную влагу микрокапилляров, а также часть осмотической. Слабосвязанная полезная влага размягчает (пластифицирует) продукт, создавая благоприятную консистенцию и способствуя усвоению пищи. Слабосвязанная избыточная влага – это та ее часть, которая может отделяться в процессе технологической обработки в виде бульона при варке колбас или в составе мясного сока при размораживании [48].

Водосвязывающая способность мяса определяет его качество при технологической и кулинарной обработке. Состояние миофибриллярных белков мяса в процессе посола определяют нежность, сочность и выход готовых продуктов. Так, при продолжительной механической обработке мясного сырья вначале происходит разрыхление структуры белков соленого мяса, что улучшает технологические показатели, затем наблюдается разрушение сетки мембран и филаментов, что влечет за собой уплотнение структуры мясного сырья и снижение технологических показателей.

Таким образом, исследование состояния воды в мясе птицы позволяет определять его технологические свойства и тем самым научно подходить к использованию методов воздействия на водную фракцию продукта и регулированию качественных и количественных соотношений форм связи.

В качестве объективных характеристик могут также служить структурно-механические свойства фаршевых систем на основе мяса птицы. Изучение структурно-механических характеристик сырья и продукции птицеперерабатывающей промышленности необходимо для оптимизации технологических процессов и отдельных операций, для контроля на всех стадиях обработки.

В зависимости от типа энергии возникающих связей акад. П.А. Ребиндер подразделяет структуры на коагуляционные, конденсационные, кристаллизационные, а также комбинированные [91].

Коагуляционные структуры образуются путем сцепления частиц мясного фарша через тончайшие остаточные прослойки свободной или адсорбционно-связанной с ними дисперсионной среды (дисперсной средой является вода, а дисперсной фазой – частицы измельченных мышечных тканей мисцелы и макромолекулы), что осуществляется за счет ван-дер-ваальсовых сил, способствующих протеканию самопроизвольных процессов приближения к более устойчивому термодинамическому состоянию – тиксотропного упрочения, самоуплотнения, синерезиса. Уплотнение происходит в высококонцентрированных мясных системах, синерезис с одновременным упрочением – в

слабоконцентрированных системах на основе мяса птицы благодаря вытеснению части жидкости. Свободная жидкость (вода) может отделяться в виде фазы или находиться внутри фаршевой структуры в виде мельчайших капелек. Данные структуры способны к самопроизвольному восстановлению после разрушения (тиксотропия). Прочность их при этом нарастает постепенно до определенного предела [93].

Конденсационные структуры получают из коагуляционных по мере удаления жидкой фазы, при этом возникают более тесные связи между частицами мясного фарша, в результате чего прочность структуры постепенно увеличивается, оставаясь затем постоянной. Конденсационные структуры обладают большей прочностью, чем коагуляционные, и после разрушения не восстанавливаются. Этот процесс можно наблюдать при термической обработке мясного сырья.

Типичным представителем продукта с коагуляционной структурой является сырой фарш. Прерывная дисперсная фаза в нем представлена белковыми частицами и агрегатами, частицами жира, мельчайшими обрывками мышечной и жировой ткани, а непрерывная фаза – водным раствором некоторых мышечных белков, других органических соединений и электролитов (главным образом хлористого натрия). Белки, растворенные в непрерывной фазе, придают фаршу пластичность и липкость. Структурам такого типа присуща тиксотропия. Очевидно, что структурно-механические свойства коагуляционных фаршевых систем значительно зависят от содержания воды, размеров частиц и прослоек, их физико-химических свойств, что весьма существенно для проведения технологических процессов, например при измельчении мяса.

К конденсационным структурам можно отнести фарш готовых вареных колбас и мелкорубленых полуфабрикатов. Образование твердой монолитной структуры готовых изделий обусловлено возникновением и развитием пространственного каркаса в результате тепловой денатурации и коагуляции белков, растворенных в непрерывной фазе сырого фарша.

Кристаллизационные структуры образуются путем срастания частиц или молекул при активном участии химического взаимодействия из расплавов при

охлаждении и из раствора при повышении его концентрации или охлаждении. Эти структуры имеют пространственную кристаллическую решетку, прочность которой зависит от формы кристаллов. Обычно вначале образуется наименее прочная и термодинамически неустойчивая кристаллическая форма, с течением времени переходящая в более прочную и термодинамически устойчивую форму.

Мясо птицы и схожие с ним по структуре мясопродукты по свойствам напоминают смешанные системы конденсационно-кристаллизационного типа.

Важной группой структурно-механических свойств являются сдвиговые свойства, которые определяют реакционные способности продукта при воздействии на него сдвиговых касательных напряжений. К основным сдвиговым реологическим свойствам мясных продуктов можно отнести предельное напряжение сдвига, пластическую и эффективную вязкость, период релаксации, которые наиболее полно отражают внутреннюю сущность объекта, дают представление о качестве продукта, степени и глубине его технологической обработки. Зная данные характеристики, можно определить оптимальные варианты технологического процесса [90, 24, 43].

Учитывая сложную организацию мясной системы и наличие множества факторов, обеспечивающих ее стабильность и как следствие качество готовых изделий, а настоящее время в птицеперерабатывающей отрасли широкое распространение получили различные функциональные пищевые добавки и приготовленные на основе них рассолы, как правило корректирующие белковую фракцию по количеству и свойствам.

Лидирующие позиции в птицеперерабатывающей отрасли занимают рассолы на основе фосфатов [47]. К применению в пищевой промышленности в РФ разрешены *моно-, ди-, три-, пиро- и поли- фосфаты*.

Фосфаты обладают сходными с АТФ свойствами и могут восстанавливать естественную способность белков связывать влагу – нейтрализуют поперечную сшивку между актином и миозином, образующуюся в процессе посмертного окоченения и содействуют распаду актомиозинового комплекса на отдельные волокна.

Большинство пищевых фосфатов и их смесей, используемых в мясоперерабатывающей промышленности, имеют щелочную реакцию. Добавка щелочных фосфатов к мясу приводит к возрастанию pH, и как следствие, к увеличению влагосвязывающей способности белков. Также применяются кислые фосфаты, которые используют для размягчения и набухания белков соединительной ткани и улучшения образования цвета. Чаще всего выбор определенного вида фосфатов определяется функционально-технологическими свойствами поступившего на переработку мясного сырья.

Фосфаты увеличивают ионную силу мышечной ткани и изменяют соотношение активированных и набухающих белков, способствуя иммобилизации добавленной воды и эмульгированию жира.

Благодаря вышеперечисленным действиям пищевые фосфаты увеличивают выход готовой продукции, сокращают потери и миграцию влаги при размораживании, термической обработке, сокращают продолжительность посола, улучшают текстуру и консистенцию, цвет и вкус готовых мясопродуктов, замедляют прогорание жиров.

К негативным моментам использования фосфатов в пищевых производствах, в том числе производстве продуктов из мяса птицы следует отнести то, что избыточное потребление фосфатов человеком может привести к ухудшению усвоения кальция, и как следствие, образованию отложений кальция и фосфора в почках и развитию остеопороза. Также для предприятий, использующих фосфаты встает дополнительная проблема строго контроля содержания посторонних примесей в фосфатах, которое не должно превышать лимиты, установленные для того или иного фосфатного препарата Всемирной Организацией Здравоохранения (ФАО/ВОЗ).

В связи с необходимостью переработки сырья различного качества, в том числе эксудативного мяса птицы, в настоящее время широкое распространение получило использование белковых и белково-углеводных добавок при производстве продуктов его переработки.

Ведение белковых препаратов позволяет улучшать функционально-

технологические свойства мясного сырья, повышать пищевую полноценность готовых изделия, улучшать органолептические показатели и снизить себестоимость продукции. Изучению вопроса применимости белоксодержащих добавок для формирования заданных свойств продуктов переработки мяса и птицы посвящены работы Сизенко Е.И., Мелиховой Т.А., Борисова М.А., Даниленко А.Н., Победновой А.В., Тарушкина В.И. и др [69].

В работе Цветковой А.М. показана перспективность использования функциональной белковой соединительнотканной добавки Сканпро 325/1 при производстве изделий на основе мяса птицы для возможности корректировки свойств мясного сырья и частичной его замены при производстве рубленых полуфабрикатах [119]. .

По мнению Криштафович В.И., Жебелевой И.А. и др. [78] наиболее оправдано применение белков, полученных из крови убойных животных.

Большинство из изученных и используемых в современной птицеперерабатывающей промышленности функциональных добавок поступают на рынок России из стран Европы. Среди них преобладают такие зарубежные производители как «VEOS N.V.», «Блутин», «Дена» (Бельгия), «Indasia» (Германия), «Данэкспорт» (Дания) и др. Однако в условиях импортозамещения возникает необходимость поиска альтернативных решений их применимости.

Новой тенденцией в переработке мяса птицы является сочетание белоксодержащих добавок и активированных рассолов. В работе Шаманаевой Е.А. предложено использование бифидогенного концентрата из молочно-углеводного сырья «Лактобел» отечественного производства. Автором было установлено, что применение таких рассолов способствует дополнительному связыванию влаги в продукте, позволяет увеличить его выход без снижения качества и вкусовых характеристик, снизить содержание высокотоксичных элементов и тяжелых металлов, повышает его экологическую чистоту и безопасность. Однако высокая себестоимость готового продукта ограничивает применимость предлагаемого метода.

Необходимо отметить, что важной проблемой при гигиенической

регламентации пищевых добавок в продуктах питания является комбинационная токсикология и возможные взаимодействия между различными добавками [119].

Кроме того, множество добавок также может маскировать дефекты качества пищевого продукта, вызванные неправильно организованным процессом переработки, или скрывать микробиологическую порчу.

В настоящее время широко исследуются и применяются пищевые добавки как на основе растительного белка (соевые изоляты) так и молочно-белковые препараты, белково-углеводные смеси и препараты на основе плазмы крови и соединительной ткани животных. Для достижения наилучшего результата достаточно часто используют сочетание нескольких различных добавок. Вместе с тем, согласно Основам государственной политики Российской Федерации в области здорового питания на период до 2020 года предполагается ограничить количество добавок в производстве мясных продуктов.

Таким образом, принимая во внимание проблемы качества исходного сырья, учитывая изменение его характеристик в процессе технологической обработки (хранение, посол, механические воздействия), необходимо использовать такие способы и режимы его подготовки, которые будут способствовать обеспечению его высоких функционально-технологических характеристик и достижению высоких потребительских свойств готовых продуктов.

1.2.2 Технологические процессы переработки мяса птицы и способы их интенсификации

Организация технологических процессов производства продуктов переработки мяса птицы традиционно включает ряд последовательных операций (подготовка сырья и сырьевых компонентов, посол, механическая и термическая обработка и др.), определяющих в итоге качество готового продукта. Однако в современных условиях требуется учитывать особенности исходного сырья и регулировать процессы производства минимизируя недостатки сырья. Оценивая отдельные операции технологического цикла с учетом их влияния на формирование

потребительских достоинств готовых изделий можно выделить этап посола мясного сырья, который представляет собой сложную совокупность различных по своей природе процессов:

- массообмен (накапливание в мясном сырье в необходимых количествах компонентов посолочной смеси и их равномерное перераспределение по всему объему продукта), переход водорастворимых веществ мяса в водную фракцию рассола;
- гидролиз белковых структур и других нутриентов мяса, изменения влажности и водосвязывающей способности мясного сырья, которые также сопровождаются изменением массы;
- изменения микроструктуры продукта в связи с развитием ферментативных процессов в присутствии посолочных веществ, а так же за счет механических воздействий;
- образование вкуса и аромата в результате развития ферментативных процессов и использования вкусовых веществ и ароматизаторов в составе посолочных смесей; стабилизация окраски продукта [12, 21, 28].

Среди классических методов посола выделяют сухой, мокрый и смешанный. В теоретическом плане их изучения, процесс сводится к миграции сухих веществ на основе законов диффузии. Массообменные процессы между посолочными веществами и растворимыми нутриентами продукта любого метода сводятся к системе рассол-мясо [2, 33].

Факторам системы рассол-мясо, оказывающие определяющее влияние на качество готовых изделий можно подразделить на внешние, обусловленные свойствами внешней среды, и внутренние, обусловленные свойствами внутренней среды (рисунок 1.7) [48, 43, 14].

Процесс накопления посолочных веществ в тканях при традиционном мокром посоле по своей физико-химической сущности, относится к диффузионным процессам и представляет собой перемещение посолочных веществ в гетерогенной системе рассол-мясо.

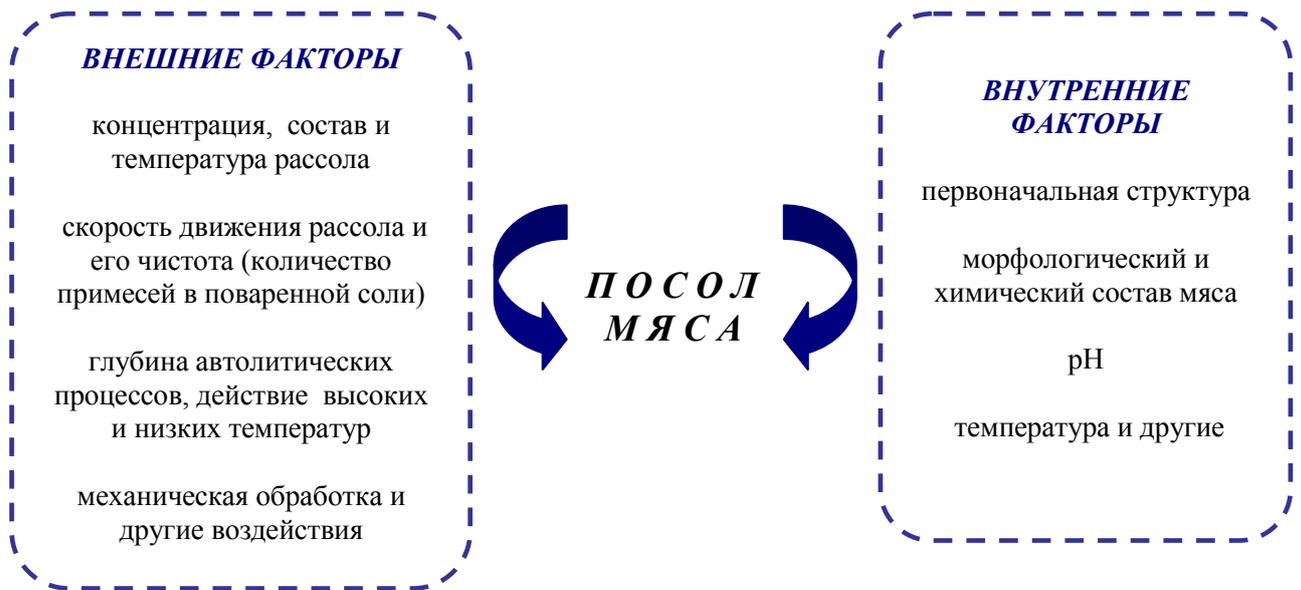


Рисунок 1.7 – Факторы системы рассол-мясо, оказывающие влияние на качество готовых изделий

Следовательно, этот процесс должен представлять собой проникновение молекул одного вещества в другое вещество с последующим самопроизвольным выравниванием концентрации молекул этих веществ в обеих фазах, то есть в диффузии, эффективность которой в целом определяется принципом Ле Шателье-Брауна – если на систему, находящуюся в условиях равновесия, воздействовать извне, изменяя какое-либо из условий равновесия, то в системе усиливаются процессы, направленные на компенсацию внешних воздействий.

Движущей силой процесса посола является разность концентраций соли в системе рассол-продукт. Все факторы, воздействие которых приводит к повышению концентрации соли на поверхности продукта, катализируют этот процесс [19].

Установлено, что увеличение концентрации рассола с 12 до 24 % обеспечивает ускорение накопления соли в продукте примерно в 2 раза [71]. Однако с повышением концентрации соли и продолжительности ее воздействия происходят глубокая денатурация и коагуляция некоторых белков, главным образом глобулинов. И этот процесс сопровождается укрупнением белковых частиц, что снижает их подвижность и растворимость.

В гетерогенной системе рассол-мясопродукт диффузионный слой, лежащий на границе, оказывает сопротивление процессу распределения посолочных веществ диффузионному потоку и затрудняет его перемещение. Для уменьшения величины сопротивлений, оказываемых диффузионному потоку тканями продукта, увеличения скорости процесса и его перехода от ламинарного к турбулентному необходимо уменьшение толщины пограничного слоя. Критерием процесса посола служит коэффициент диффузии (проницаемости). Установлено, что количественное соотношение между проницаемостью мышечной, соединительной и жировой тканями мяса составляет 8:3:1 [13, 19, 48]. Отмечены анизотропные свойства мышечной ткани, то есть ее проницаемость вдоль волокон приблизительно на 11 % выше, чем поперек, что свидетельствует о перемещении посолочных веществ, преимущественно по межклеточному пространству ткани [19, 106].

В этой связи, очевидно, что воздействия, ведущие к ликвидации барьерного слоя и увеличению проницаемости тканевых мембран, способствуют более быстрому и равномерному распределению посолочных веществ и интенсификации технологического процесса. [48, 13].

Согласно второму закону Фика, диффузионный перенос веществ обуславливается наличием градиента концентрации в изотермических условиях [15]. Температурный градиент вызывает дополнительное перемещение вещества в направлении теплового потока – термодиффузию. Следовательно, скорость распределения соли в системе рассол-продукт, а также внутри самого продукта, зависит от температуры, которая является фактором, наиболее существенно изменяющим величину коэффициента проникновения [71, 13, 44, 18, 19].

Таким образом, повышение температуры рассола способствует более быстрому распределению компонентов посолочных смесей при любом из указанных выше методов посола.

Поиску решений по интенсификации процесса посола посвящено достаточно большое количество научных работ разных ученых. При этом необходимо указать, что основные исследования сосредоточены в части поиска нестандартных

решений посола для мяса убойных животных.

Начиная с конца 60-х начала 70-х годов прошлого столетия, появилась тенденция применения воздействий различной природы извне. Учеными были предложены нестандартные способы введения рассолов в мышечную ткань в различных модификациях (струйное инъецирование, спрей-инъекция) [5, 19]; электрообработка парного (электростимуляция) [14, 112, 178] и предварительно шприцеванного сырья (электромассирование) (Большаков А.С., Мадагаев Ф.А., Рариву С.Ж., Бобренева И.В., Памфил М., Хамаганова И.В.) [17, 113]; новые методы вибрационной обработки материала в процессе его посола (виброперемешивание, вибромассирование) (А.А. Велоусов, Г.Е. Лимонов, В.И. Рощупкин, В.Э. Ступин) [68]; акустические методы обработки продукта путем ультразвукового воздействия на различных стадиях производства (Алехина Л.Т., Большаков А.С., Боресков В.Г., Жаринов А.И., Кузнецова О.В., Черкашина Н.А.) [12, 15, 49, 106]; наложение на систему механических (тендеризация) (Большаков А.С., Боресков В.Г) и гидромеханических (тумблирование, массирование) воздействий (Афанасов Э.Э., Куц В.С., Кущенко И.) [5, 6].; различные химические и биохимические методы (ферментация, добавление в рассолы стартовых культур) (Козачеко Н.Н. Рариву С.Ж., Борисенко Л.А.) [15].

Современные технологии производства продуктов из мяса, в особенности цельномышечных, как правило основаны на применении комбинации уже существующих способов интенсификации процесса посола или модификации основных режимов. Основные направления интенсификации направлены сокращение длительности продолжительного по комплексу происходящих при посоле биохимических и микробиологических изменений в мясном сырье, обеспечивая получение продукта заданного качества.

Анализ исследований, проводимых современными учеными в данной области, позволяет выделить основные направления интенсификации процесса посола (рисунок 1.8).



Рисунок 1.8 – Методы интенсификации посола мяса

Термические методы основаны на терморегуляции процесса посола [5, 15, 54]. Известно, что зависимость продолжительности (t, сут) созревания от температуры (t, С) определяется, по Куприянову, эмпирической зависимостью [5, 54]:

$$\lg T = 0,0515 - (23,5 - t), \quad (1)$$

Повышение температуры окружающей среды при созревании мяса способствует сокращению этого периода с 10 – 14 до 1 – 2 суток [13].

Подобное явление объясняется изменением значения коэффициента диффузии. В результате повышения температуры активизируется деятельность ферментативных систем, которые оказывают благоприятное воздействие на продукт.

Между тем, необходимо учесть, что использование повышенных температур параллельно сопровождается высокой микробиологической активностью, что может привести к порче сырья. Поэтому возникает необходимость использования дополнительных инактивирующих факторов, таких как ультрафиолетовые излучатели, вакуумирование либо введение в мясо пищевых кислот или антибиотиков, а также рассолов на основе активированных вод (как правило с низким показателем pH) [70, 92].

К электрофизическим методам относят электростимулирование, электромассирование, акустическую обработку мяса.

Электростимулирование (ЭС) представляет собой метод, предусматривающий обработку тушек птицы электрическим током в паном состоянии. ЭС применяется

для предотвращения стремительного смещения рН среды в кислую сторону и активизации ферментативных систем, вызывающих автолиз мяса, а так же придания нежности готовому продукту [61, 71, 92, 132].

В работах Ф.А. Мадагаева отмечается, что периодические сокращения и расслабления мышц при импульсной ЭС сглаживают их послеубойное окоченение, особенно динамических мышц. Стимулирование мяса электрическим током вызывает, в первую очередь, деструкцию мышечных волокон, диссоциацию актомиозинового комплекса, что способствует улучшению консистенции продукта.

Однако некоторыми исследователями отмечается, что использования электростимулирования приводит к нарушению влагоудерживающей способности, потерям мясного сока при тепловой обработке и общей потере массы [71, 61]. Поэтому ЭС мало приемлемо при производстве продуктов переработки мяса птицы [61].

Иной источник энергии, достаточно нетрадиционный для мясной промышленности, – ультразвук, исследовался с целью использования его для улучшения функционально-технологических свойств и органолептических показателей готовых мясопродуктов. Ю.Ф. Заяс является одним из разработчиков данного способа интенсификации процесса посола. Им установлено, что ультразвуковая обработка способствует увеличению выхода продукта и улучшению его консистенции, а именно сочности и нежности [41, 45].

Из-за сложности организации данных операций на производстве и отсутствия специального оборудования способы электростимуляции и обработки ультразвуком сырья не получили широкого распространения и практического воплощения к настоящему времени.

Однако анализ литературы по изучаемому вопросу позволил установить, что большинство из вышеназванных методов продолжают исследоваться, а так же используются на производстве в их взаимодополняющем сочетании. Данный подход позволяет наиболее эффективно применять преимущества и нивелировать недостатки каждого из методов и, как следствие, интенсифицировать процесс

посола и одновременно улучшать качество готового продукта [18, 19, 13, 11, 84].

Так, примером комплексного использования рассмотренных методов повышения интенсивности процесса посола является *электромассирование* (ЭМ) мяса. Принцип его действия заключается в воздействии электрических импульсов на предварительно инъецированное мясо в парном состоянии [92, 33, 11].

Создается эффект механического воздействия, при котором периодически возникающие пульсации (сокращения и расслабления парных мышц) влияют на процесс перераспределения посолочных веществ. Сокращение длительности периода после убоя и повышение напряжения тока увеличивают продолжительность достаточно сильных пульсаций и эффективность электромассирования. Отличительная особенность данного метода относительно ЭС состоит в том, что в процессе ЭМ перераспределение соли происходит, в основном фильтрационным путем, а ЭС увеличивает скорость диффузии соли за счет деструктивных изменений мышечной ткани. Использование ЭМ при пособе мяса увеличивает его пластичность на 2–3% [34, 11].

А.С. Большаковым, Ф.А. Мадагаевым и др. [11] установлено наличие разрыхления и разволокнения микроструктуры мышечных мяса при посоле электромассированием. Деструкция мышечных волокон на стадии электровоздействия способствует более быстрому перераспределению посолочных веществ в мясе. Параллельно происходят локальные разрушения сарколеммы, что также ускоряет проникновение рассола внутрь волокон и деструктивные изменения в процессе выдержки. Также установлено, что катализ фильтрационно-диффузионных процессов (особенно деструктивных изменений мышечной ткани) при ЭМ вызывают более быстрое образование мелкозернистой белковой массы.

К современным методам интенсификации посола также относятся методы механического воздействия на мясное сырье, среди которых выделяют виброобработку, тендеризацию, массажирование и тумблирование.

Эти методы могут применяться как в комплексе, так и самостоятельно. Механическая обработка мясного сырья на завершающих стадиях посола в сочетании с ЭС, шприцеванием, струйным инъецированием, ЭМ позволяет

значительно улучшить качественные показатели, структурно-механические и микробиологические характеристики готового продукта. Приложение энергии механического воздействия к предварительно проинъецированному сырью значительно ускоряет распределение посолочных ингредиентов по объему мясопродуктов, особенно при использовании многокомпонентных белоксодержащих функциональных рассолов.

В настоящее время широкое распространение получил гидрофизический метод внутримышечного введения рассола методом шприцевания. При данном методе различные жидкие и газообразные компоненты внедряются в мясо под давлением $(1,0-1,5) \cdot 10^6$ Па [5, 19].

Уколами в мышечную ткань осуществляют с помощью латунных, никелированных или из коррозионно-стойкой стали пустотелых перфорированных игл. При использовании рациональной схемы шприцевания обеспечиваются удовлетворительные результаты.

По результатам исследований А.С. Большакова, В.Г. Борескова, Л.А. Сарычевой установлено, что при шприцевании около каждого из отверстий иглы образуется начальная зона накопления рассола, в пределах которой массоперенос происходит преимущественно по межволоконному пространству, а проникновение посолочных веществ идет диффузионно в период выдержки в посоле [12, 15].

Изначально введение рассолов в таких установках производится вручную, а промышленные установки для шприцевания имели одну-две иглы, например шприц марки ШП-1 (Россия) или Vasona (Германия) и др. [49]. Ограниченная производительность, а также невозможность осуществления шприцевания с надлежащей точностью определили недостатки данных конструкций. Усовершенствованные многоигольчатые установки Я2-ФШУ, ФАП (Россия), Dorit, PI-168 (США) позволили в значительной степени увеличить производительность и контролировать количество вводимого рассола [14].

Позднее появились спрей-инжекторы (фирма «Metalquimia», Испания), которые позволяют осуществлять введение рассола в мясо под давлением $(8-12) \cdot 10^5$ Па,

через отверстия малых диаметров в иглах [75]. Благодаря новой конструкции значительно снизились потери рассола при внутримышечном введении и повысилась степень равномерности распределения рассола по объему продукта. Однако сложность исполнения таких установок и, как следствие, высокая стоимость не позволяют использовать данное оборудование на предприятиях небольшой мощности.

Наиболее перспективным является струйное (безыгольное) инъецирование, которое представляет собой гидромеханическое воздействие струи на мышечную ткань при ее истечении под давлением $(2-3) \cdot 10^5$ Па через сопловое отверстие $(2-4) \cdot 10^{-4}$ м со скоростью до 160 м/с. При таких условиях истечения струя приобретает свойства твердого тела [5].

Согласно исследований А.С. Большакова, Э.Э. Афанасова, В.Г. Борескова, Л.А. Борисенко непосредственно после инъецирования струйным способом рассол сосредоточен в начальной зоне. Размеры данной зоны увеличиваются при повышении давления рассола и во многом определяются состоянием структуры мясного сырья. Струи оказывают дополнительное тендеризирующее действие на структуру ткани. При этом обеспечивается проникновение струи не только в межволоконное пространство, но и внутрь мышечного волокна, что в значительной степени улучшает структурно-механические свойства продукта, водосвязывающую способность, а так же его выход [5, 12, 13].

Особое внимание уделяется режимам введения рассола. В работах С.А. Рыжова, Э.Э. Афанасова, В.Г. Борескова, С.Г. Рыжкиной отмечается предпочтительность импульсного введения рассола в мясо, чем инъецирования непрерывной одиночной струей. Так как было установлено, что импульсное инъецирование (до 5 импульсов) увеличивает глубину проникновения струи как вдоль, так и поперек волокон и позволяет сохранить целостность структуры мышечной ткани [84].

В настоящее время эффективность инъецирования уже не подвергается сомнению и основные разработки направлены на поиск оптимальных составов посолочных растворов.

Известно использование в мясной промышленности растворов на основе электрохимически активированной воды (ЭХА). В технологии холодильного хранения мясных продуктов использование ЭХА-растворов при их производстве позволяет уменьшить усушку. Применение ЭХА-растворов для посола говяжьего фарша, в производстве варёных колбас достигается интенсификация процесса и на 2,5-3,5% возрастает выход колбас [21].

Исследования, проведенные В.М. Горбатовым и другими учеными в области применения активированных жидкостей в мясной отрасли, определили основные направления их использования для производства соленых мясных изделий [36]. Так как это оказывает благоприятное влияние на распределению посолочных ингредиентов в неизмельченном мясном сырье, а так же ускоряет физико-химические и биохимические процессы созревания мяса на данном этапе производства [10, 112].

Таким образом, посол мяса можно рассматривать как один из приемов технологической обработки, позволяющий направленно модифицировать свойства основного сырья с целью получения продуктов, ориентированных на высокие потребительские свойства. Изучение химизма процесса посола мясного сырья, выявление основных закономерностей и факторов его интенсификации в сочетании с различными методами электрофизического воздействия составляет определенный интерес научных исследований в части перспектив разработки модифицированных способов посола в технологии продуктов переработки мяса птицы.

1.3 Перспективы использования ультразвукового воздействия в технологии производства продуктов переработки мяса птицы

В настоящее время воздействие акустических колебаний используются стимулирующего, интенсифицирующего и оптимизирующего фактора практически во всех классах технологических процессов [160]. Так, например, при акустическом диспергировании или акустической очистке проявляется их стимулирующий характер. Интенсификацию наблюдают при увеличении

скорости процессов, примером могут служить, акустическое растворение, акустическая кристаллизация и сушка. В тех случаях, когда за счет акустических колебаний наблюдается упорядочивание течения процесса (акустическая грануляция и акустическое центрифугирование) проявляется оптимизирующий характер их воздействия.

Известно, что воздействие ультразвука (УЗ) на химико-технологические процессы осуществляется через эффекты первого и второго порядка. К эффектам первого порядка относят частоту, интенсивность и скорость акустических колебаний. К эффектам второго порядка относят нелинейные эффекты, развивающиеся в жидкости при распространении мощных акустических колебаний – кавитация (разрыв сплошности жидкости), акустические течения (звуковой ветер), пульсация газовых пузырьков и т.п.

Применение ультразвукового воздействия представляет немалый интерес с точки зрения их влияния на физико-химические и другие свойства сырья и готовой продукции в пищевой и перерабатывающей промышленности.

В таблице 1.5 приведены основные направления применения ультразвукового воздействия в пищевой и перерабатывающей промышленности [51, 56, 58, 66, 68, 97, 106].

Таблица 1.5 – Применение ультразвукового воздействия в пищевой и перерабатывающей промышленности

Отрасль пищевой и перерабатывающей промышленности	Направление использования УЗ	Результат
1	2	3
Мясоперерабатывающая промышленность	Применение акустической кавитации растворов для посола мяса	- увеличение степени диссоциации ионов поваренной соли; - увеличение выхода готовых изделий.

1	2	3
	Влияние ультразвука на образование эмульсионных структур	- уменьшение размера жировой фазы; - возрастание стабильности эмульсий.
	Приготовление посолочных рассолов с использованием кавитационной дезинтеграции при оптимальных режимах интенсивности воздействия	- сокращение рецептурного количества соли и нитрита; отсутствие водоудерживающих добавок; сокращение времени посола; улучшение качества
Ликеро-водочная промышленность	Исследование влияния ультразвуковой обработки древесных экстрактов и озонирования на их физико-химических и органолептические показатели	- сокращение продолжительности экстрагирования; - увеличение количества общего экстракта; - деструкция древесины.
Хранение и переработка сельхозсырья	Кондиционирование и обработка зерна перед его закладкой на хранение либо при переработке зерна в муку кавитационно-активированной водой	- повышение выхода муки; - улучшение вымалываемости оболочек; - снижение микробиологической загрязненности; - улучшение показателя белизны муки
Хлебопекарная и мукомольная отрасль	Производство хлеба с использованием воды, прошедшей ультразвуковую обработку	- повышение устойчивости хлеба к микробиологической порче; - увеличение срока хранения; - повышение качества хлеба
	Исследование процесса набухания зерен пшеницы и ржи, обработанных ультразвуком, при производстве хлеба из биоактивированного	- увеличение скорости набухания; - увеличение предельной степени набухания.
Молочная промышленность	Гомогенизация и обогащение молока белком путем кавитационной дезинтеграции	- увеличение содержания белка; - улучшение качества кисломолочных продуктов и сыра; - увеличение выхода творога; - сокращение длительности технологических процессов; - бактерицидная обработка молока
	Детоксикация молочного сырья	- снижение содержания тяжелых металлов в молоке-сырье
	Исследование влияния ультразвуковой обработки на качество восстановленных молочных продуктов	- увеличение степени растворимости; - гомогенизация молочного продукта;

1	2	3
Безалкогольное производство	Исследование влияния ультразвукового воздействия на качество напитков на натуральной основе	- интенсификация процесса экстракции; - улучшение органолептических свойств напитков; - повышение физиологической ценности

В настоящее время в современной и зарубежной литературе приведено множество данных, подтверждающих эффективность использования эффектов ультразвукового воздействия в переработке мяса убойных животных.

Большой вклад в изучение процессов переработки мясного сырья с использованием ультразвукового воздействия внесли Горбатов В.М., Класуля О.Н., Шестакова С.Д., Богуш В.И. Ashokkumar M. и др. [11, 59–63, 169–191, 176].

В ГНУ ВНИИ мясной промышленности им. В.М. Горбатова РАСХН, изучалось влияние ультразвукового воздействия на процесс образования эмульсионных структур в технологии производства мясопродуктов. Дисперсионный анализ водо-жировых эмульсий, полученных с применением ультразвука, показал тенденцию к уменьшению размера жировых фаз в 1,7-1,8 раза при увеличении интенсивности воздействия до 100-200 Вт. Отмечается также существенное увеличение стабильности образованных эмульсий [176].

В работах Шестакова С.Д. доказана способность кавитационно-дезинтегрированной воды диссоциировать и растворять компоненты рассолов. В пищевой промышленности разработаны способы приготовления водных растворов электролитов [169–171]. Суть организации процесса приготовления активированных электролитов сводится к первичной ультразвуковой обработке воды и последующим смешиванием с ней остальных компонентов рассола. В такой воде ионы электролита приобретают плотные сольватные оболочки из свободных молекул воды, то есть иммобилизуются ими, что препятствует их ассоциации.

Подобные способы производства электролитов увеличивают стойкость оборудования для ультразвуковой кавитации к эрозии и коррозии. Полученные

подобным способом электролиты рекомендованы авторами [86] к использованию в технологических процессах посола сырья в технологии мясопродуктов. В Активирование рассола при этом рекомендовано осуществлять при отношении максимальной внутри реактора амплитуды давления акустической волны в пределах от 2 до 23 к значению гидростатического давления в реакторе.

В работах Красули О.Н. доказана эффективность встраивания ультразвуковой водоподготовки для безреагентного, экологически безопасное регулирование функционально-технологических свойств фаршевых систем и готовой продукции, в том числе вырабатываемой из сырья длительного хранения и с дефектами автолиза (PSE, DFD) при сохранении показателей выхода. Выраженное благоприятное воздействие активированной воды отмечено на увеличении хранимоспособности продукта: показатель КМАФАНМ (КОЕ/г) по истечению трех суток хранения составил $2,8 \cdot 10^2$ для опытных образцов и $1 \cdot 10^5$ – для контрольных [59–63].

В работах Богуша В.И. было доказано положительное влияние гидратации сонохимически обработанного рассола на терморезистентность биологически ценных компонентов в полуфабрикатах из рубленого мяса убойных животных. Показано что соединения, обуславливающие вкус, аромат и пищевую ценность рубленых полуфабрикатов не разрушаются или разрушаются часшно в процессе термообработки фарша, содержащего сонохимически обработанный рассол, вследствие приобретения ими гидратных оболочек, защищающих их от термической денатурации [11].

В публикациях имеются сведения об использовании активированной воды и рассолов на ее основе для интенсификации процесса посола мяса. Исследования, проведенные в области применения активированных жидкостей в мясной отрасли, определили основные направления их использования для производства соленых мясных изделий [14, 43, 112, 178]. Установлено, что применение рассолов на основе электроактивированной воды при производстве соленых мясопродуктов способствует более равномерному распределению посолочных ингредиентов, а так же ускоряет физико-химические и биохимические процессы, происходящие

при посоле мяса [11, 19, 126].

Однако данные о характере проникновения кавитационно активированных жидких сред в мышечную ткань мяса птицы практически полностью отсутствуют.

Подводя итоги результатов анализа применения ультразвукового воздействия в пищевой и перерабатывающей промышленности, отметим его существенное положительное влияние на формирования требуемых качественных характеристик объектов воздействия, улучшение условий протекания процессов и их интенсификацию, практически во всех рассмотренных случаях.

Вместе с тем, данные об использовании ультразвукового воздействия как фактора формирования потребительских свойств продуктов переработки мяса птицы в настоящее время практически отсутствуют. Особый интерес представляет способность к гидратации биополимеров, а также выраженное бактерицидное действие таких кавитационно-активированных сред. Наиболее перспективным и актуальным представляется изучение возможности применения гидрофизического способа как фактора направленной корректировки функционально-технологических свойств мяса птицы и формирования улучшенных потребительских свойств продуктов его переработки путем использования рассолов на основе воды, обработанной ультразвуком.

Выводы по главе 1

1. Основной задачей развития птицеперерабатывающей отрасли РФ в настоящее время является обеспечение конкурентоспособности мясной продукции за счет повышения технологического и организационного уровня производства.

2. Генеральной тенденцией развития рынка продукции переработки мяса птицы является увеличение производства продукции в целом, в том числе охлажденной (собственно мяса птицы и продуктов его переработки), что обуславливают потенциальные возможности региональных производителей.

3. В целях минимизации проблем качества исходного сырья необходимо использовать такие способы и режимы подготовки сырья, которые обеспечат оптимальные функционально-технологические характеристики сырья, позволяющие достигать заданного качества готовых продуктов.

4. Среди приемов технологической обработки, посол следует рассматривать как процесс, позволяющий направленно модифицировать свойства основного сырья с целью получения продуктов, ориентированных на высокое качество.

5. В стремлении улучшить потребительские достоинства готовых продуктов большой научный и практический интерес составляет разработка модифицированных способов посола с применением электрофизических (в том числе кавитационных) воздействий, как фактора направленной корректировки функционально-технологических свойств сырья.

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты исследований

Выбор объектов и методов исследования был обусловлен целью и задачами диссертационной работы. Основными объектами исследования служили:

1) вода водопроводная различных территориальных зон Уральского региона;

2) МЦБ охлажденное с температурой в толще мышц 0–4°C, МЦБ подмороженное с температурой в толще мышц –2°C, МЦБ замороженное с температурой в толще мышц – 18°C, 1, 2 и тощей категорий упитанности, красное (мышцы голени и бедра), белое (грудные мышцы) и их смесь (1:1), отвечающие требованиям ГОСТ Р 52702–2006 «Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия», а также МЦБ механической обвалки;

3) модельные образцы фаршей:

– из МЦБ различного термического состояния с добавлением рассолов на основе солей фосфорной кислоты (Полимикс 822) – контроль;

– из МЦБ различного термического состояния с добавлением рассолов (жидких пищевых сред) на основе ультразвукового воздействия – опыт.

4) натуральные полуфабрикаты из МЦБ (части тушек – бедро и грудка) охлажденные (с температурой в толще мышц 0–4°C) 2-ой категории упитанности, полученные по традиционным технологиям (инъецированные модельными рассолами с добавлением комплексной добавки «Оптигارد Чикен Фреш Плюс» – Е 331, Е 500, Е262, Е 451 (ТУ 9199-036-54899698-08)) и модифицированным технологиям с введением рассолов, полученных на основе эффектов ультразвукового воздействия.

5) рубленые полуфабрикаты из МЦБ в охлажденном состоянии типа «Нагетсы» (фарш МЦБ, МЦБ механической обвалки, вода, сухари панировочные, соль, специи), полученные по традиционным и модифицированным технологиям.

Для УЗ обработки применялся аппарат ультразвуковой технологической погружной «Волна» модель УЗГА-0,4/22-ОМ (частота механических колебаний – $22 \pm 1,65$ кГц, максимальная потребляемая мощность – 400 Вт, диапазон регулирования мощности – 30–100%), объем кюветы 250 мл.

Сроки и длительность хранения были определены в соответствии с ТУ 9214-241-23476806 и ТУ 9214-029-54899698-09 (по регламенту производителя) и составили 5 суток при температуре $0 \dots - 2^\circ\text{C}$.

2.2 Организация эксперимента

Качество продуктов переработки мяса птицы, определяется рядом факторов, в числе которых, в первую очередь, качество исходного сырья; технология производства в целом и качество исполнения отдельных операций. Именно они определяют потребительские свойства и физиологическую ценность готового продукта. При решении задачи обеспечения улучшенных потребительских свойств ППМЦБ, необходимо проводить комплексное исследование сырья (мясо, вода), полуфабрикатов и готовой продукции по широкой номенклатуре показателей. Была разработана обобщенная схема исследования, которая представлена на рисунке 2.1.

Первый этап работы включал систематизацию данных нормативной, научно-технической и патентной информации в области факторов, определяющих качество и потребительские свойства продуктов переработки мяса птицы и способов их регулирования.

На втором этапе исследований проводился маркетинговые исследования спроса и потребительских требований в отношении мяса птицы и продуктов его переработки в Уральском регионе.

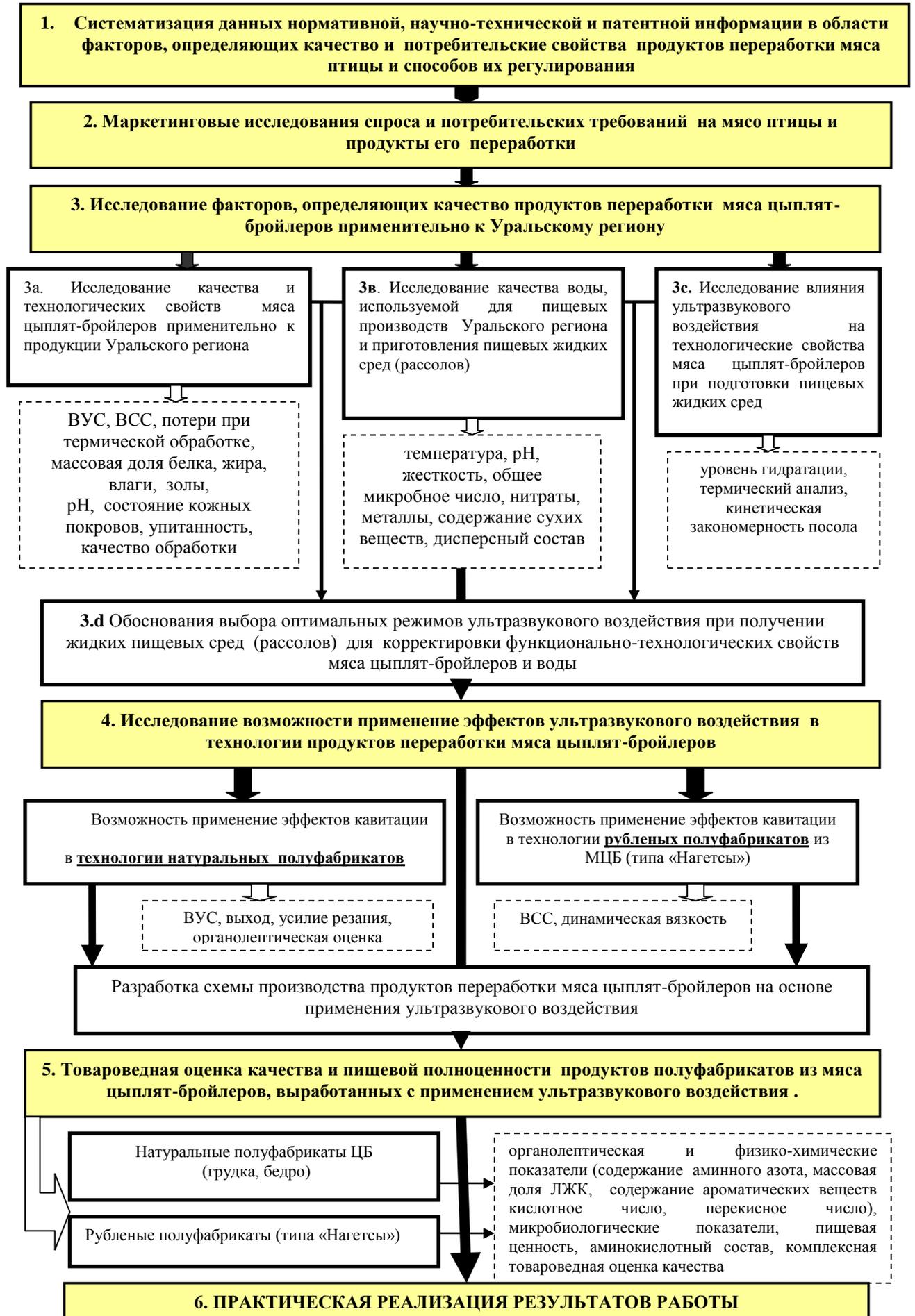


Рисунок 2.1– Схема проведения исследования

На третьем этапе проводилось исследование факторов, определяющих качество и функционально-технологические свойства мяса цыплят-бройлеров на основе мониторинга качества сырья – МЦБ, производимого предприятиями Уральского региона, и качества воды, используемой птицеперерабатывающими предприятиями на данной территории. Для установления номенклатуры критических показателей, требующих корректировки исследовался спектр функционально-технологических свойств (ФТС) МЦБ и воды.

Исследовалась возможность использования ультразвукового воздействия для корректировки ФТС МЦБ и показателей качества воды. Было проведено двухфакторное планирование эксперимента с целью установления оптимальных режимов ультразвукового воздействия в технологии приготовления рассолов при производстве полуфабрикатов из МЦБ.

На четвертом этапе проводилось исследование влияния эффектов ультразвукового воздействия при подготовке жидких пищевых сред на ФТС МЦБ в технологии натуральных и рубленых полуфабрикатов с целью улучшения их потребительских свойств.

На четвертом этапе проводилась комплексная товароведная оценка качества натуральных и рубленых полуфабрикатов из МЦБ, произведенных по модифицированной технологии.

2.3 Методы исследований

В соответствии со схемой эксперимента предусматривалось исследование комплекса показателей с использованием стандартных и оригинальных методов, позволяющих получить информацию о составе и свойствах объектов исследований (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Методы экспериментальных исследований

№п/п	Исследуемый показатель	Наименование метода, специфика проведения, ГОСТ, регламентирующий документ
1	2	3
Тушки цыплят-бройлеров, мясные фарши, полуфабрикаты из мяса цыплят-бройлеров		
1	Водосвязывающая способность (ВСС)	По методу Грау и Хамма в модификации В.Л. Воловинской и Б.И. Келман
2	Водоудерживающая способность	по методу М. Станку [3];
3	Потери при термической обработке	по разности содержания влаги до и после термообработки
4	Массовая доля белка	Методом Кьельдаля по ГОСТ 25011-81 Мясо и мясные продукты. Методы определения белка
5	Массовая доля жира	Экстрактивно-весовым методом по ГОСТ 23042-86 Мясо и мясные продукты. Методы определения жира
6	Массовая доля влаги	Термогравиметрическим методом с применением анализатора влажности «ЭЛВИЗ»
7	Массовая доля золы	ГОСТ Р 53642-2009 Метод определения массовой доли общей золы
8	Показатель активной кислотности (рН, ед.)	Потенциометрическим методом с использованием рН-метров: рН-150, WTW рН/Cond 340I и стеклянного электрода ЭСЛ-15-11 в паре с хлорсеребряным ЭВЛ-1М4
9	Органолептическая оценка тушек цыплят-бройлеров	ГОСТ Р 52702-2006 Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия.
10	Уровень гидратации белков	по методике проф. А Фишера (Университет Хоэнхайм, Германия)
11	Термогравиметрический анализ	масс-спектрометрическим анализом летучих продуктов термического разложения жидких материалов с помощью Netzch STA 449 «Jupiter» при температурах от 20°C до 400°C, с погрешностью ±1,5% по температуре, ±3% по энтальпии, ±2% по теплоемкости
12	Удельное усилие резания (Н/мм)	Метод определения усилия среза и работы резания определяли на приборе ПМ-3 [3];
13	Выход готовой продукции	Весовым методом по общепринятой методике
14	Динамическая вязкость (Па*с)	С применением вискозиметра BrookfieldDV-III Ultra
Пробы воды		
15	Вкус, запах, цвет, мутность	ГОСТ 3351-74 «Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности».

1	2	3
15	Показатель активной кислотности (рН, ед.)	Потенциометрическим методом с использованием рН-метров: рН-150, WTW рН/Cond 340I и стеклянного электрода ЭСЛ-15-11 в паре с хлорсеребряным ЭВЛ-1М4 по ГОСТ 26781-85
17	Жесткость общая	ГОСТ Р 52407-2005 «Вода питьевая. Методы определения жесткости».
18	Железо общее	ГОСТ 4011-72 «Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации общего железа».
19	Кадмий, медь, ртуть, свинец	ГОСТ Р 52180-2003 «Вода питьевая. Определение содержания элементов методом инверсионной вольтамперометрии».
20	Марганец	ГОСТ 4974-72 «Вода питьевая. Методы определения содержания марганца».
21	Нитраты	ГОСТ 18826-73 «Вода питьевая. Методы определения содержания нитратов».
22	Хлориды	ГОСТ 4245-72 «Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов».
23	Кальций	ГОСТ 23268.5-78 Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения ионов кальция и магния
24	Магний	ГОСТ Р 52407-2005«Вода питьевая. Методы определения содержания магния».
25	Общее микробное число	Методические указания. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды. МУ 4.2.1018-01
Пищевые жидкие среды (рассолы)		
26	Содержание сухих веществ	Рефрактометрический метод
27	Дисперсный состав	методом лазерного динамического светорассеивания с использованием прибора Nanotrac
Готовые продукты (полуфабрикаты)		
28	Содержание летучих жирных кислот (ЛЖК)	методом дистилляционной отгонки
29	Содержание аминного азота	методом формольного титрования
30	Микробиологические показатели	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов определяли по ГОСТ Р 10444.15-94, бактерии группы кишечной палочки - по ГОСТ Р 50474-93, наличие бактерий рода Salmonella- по ГОСТ Р 50480-93;
31	Кислотное число	ГОСТ Р 55480-2013 Мясо и мясные продукты. Метод определения кислотного числа
32	Перекисное число	ГОСТ Р 54346-2011 Мясо и мясные продукты. Метод определения перекисного числа

1	2	3
33	Микробиологическая оценка	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов определяли по ГОСТу 10444.15-94, бактерии группы кишечной палочки - по ГОСТу Р 50474-93, наличие бактерий рода <i>Salmonella</i> - по ГОСТу Р 50480-93;
34	Органолептические показатели	по ГОСТ 9959-91 Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки и ГОСТ 29128—91 Продукты мясные. Термины и определения по органолептической оценке качества
35	Массовая доля углеводов	Йодометрическим методом [3]
36	Аминокислотный состав	Определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на автоматическом аминокислотном анализаторе LC - 3000 с компьютером фирмы «Errep-dorf-Biotronk» (Германия) [65];
37	Определение вкусоароматического состава экстрактов	Методом хроматографического анализа. Анализ пробы экстракта проводился на газовом хроматографе с масс-селективным детектором фирмы Shimadzu модель GCMS-QP2010 Ultra, ионизация электронным ударом (EI) с энергией электронов 70эВ. Температурный режим в ходе анализа 200оС.
38	Оценка вариативности включала расчет: – диапазона колебаний ($S_{min} - S_{max}$), % – среднего значение (S_{cp}), % – среднего квадратического отклонения (σ) – коэффициента вариации (v_v), %	Методами математической статистики

Комплексная товароведная оценка

Сравнительную товароведную комплексную оценку качества и сохраняемости образцов проводили с помощью усовершенствованного метода квалиметрии применительно к мясным продуктам [119].

Адекватное отражение качества методом квалиметрии не представляет возможным произвести расчет в полной мере, поэтому были использованы

рекомендации Бражникова А.М. и Хлебникова В.И. применительно к мясным продуктам.

Определялись комплексные показатели качества продукта, т.е. конкретные свойства образцов натуральных и рубленых полуфабрикатов из мяса ЦБ. Исследуемые свойства были сгруппированы в три группы:

- 1) первая группа характеризует органолептические показатели продукта (внешний вид, цвет, вкус, запах, консистенция, сочность);
- 2) вторая группа характеризует биологическую полноценность полуфабрикатов (массовая доля белка, содержание сбалансированного белка, перевариваемость *Tetrahimena pyriformis* W);
- 3) третья группа характеризует сохраняемость полуфабрикатов в процессе хранения (кислотное число и результаты органолептической оценки на конец хранения).

Поскольку отдельные показатели качества имеют различную размерность, для соотношения всех свойств в рамках одной математической модели они приводятся к безразмерному виду путем соотнесения к эталону (формула 1):

$$K_j = \int \left(\frac{P_j^n}{P_j^э} \right) \quad (1)$$

K_j - безмерное значение j -го свойства;

P_j^n - показатель j -го продукта;

$P_j^э$ - эталонного значение j -го свойства.

Следует иметь в виду, что любое отклонение фактических значений показателей от эталона нежелательно, так как приводит к снижению качества. Поэтому при превышении фактических значений отдельных показателей по сравнению с эталонными, приведение к безразмерному виду следует проводить путем соотнесения эталонных значений с фактическими или применять дополнительный коэффициент.

В качестве эталонных показателей, характеризующих органолептические свойства полуфабрикатов, принят максимальный балл шкалы органолептической оценки (9 баллов).

За эталонные значения при оценке биологической ценности полуфабрикатов были приняты следующие величины [96]:

общее содержание белка - 19,7 %;

содержание сбалансированного белка - 18,5 %;

переваримость *Tetrahimena pyriformis* W. - 100 %;

При оценке сохраняемости для кислотного числа и органолептических показателей в качестве эталонных нами приняты начальные значения показателей, контролируемых при хранении образцов, которые соотносили с абсолютными значениями за период хранения.

В соответствии с изложенным выше, расчет комплексного показателя качества осуществляли по формуле (2):

$$K = M \left[M_A \sum m_{Aj} K_{Aj} + M_B \sum m_{Bj} K_{Bj} + M_B \sum m_{Bj} K_{Bj} \right] \quad (2)$$

где K - комплексный показатель качества;

M - коэффициент, характеризующий безопасность продукта по микробиологическим показателям. $M=1,0$, если все требования по микробиологическим показателям удовлетворены. Если это условие не выполняется, продукт становится непригоден к употреблению;

M_A , M_B , M_B - коэффициенты весомости для групп свойств, характеризующих соответственно органолептические показатели, показатели биологической полноценности, показатели сохраняемости и стоимости сырья. Коэффициенты весомости определены нами на основе экспертных оценок. Установлены следующие значения групповых коэффициентов:

$$M_A = 0,40, M_B = 0,40, M_B = 0,35;$$

m_A , m_B , m_B , m_Γ - внутригрупповые коэффициенты весомости отдельных свойств, установлены нами следующим образом с учетом значимости для каждой группы свойств:

- по группе органолептических свойств: внешний вид - 0,15; цвет - 0,20; консистенция - 0,25; сочность - 0,20; запах - 0,20; вкус - 0,30.

- по группе свойств, характеризующих биологическую полноценность котлет: общее содержание белка - 0,160; содержание сбалансированного белка - 0,195; переваримость - 0,200;

- по группе свойств, характеризующих сохранность образцов: кислотное число липидов - 0,28; пероксидное число липидов - 0,19, органолептическая оценка - 0,30.

Для обработки экспериментальных данных применяли методы математической статистики с применением компьютера. Для анализа цифрового материала проводили его математическую обработку, повышающую достоверность результатов и сокращающую объем таблиц. Повторность опытов не менее 3 раз при 5-ти кратной повторности анализов. Уровень доверительной вероятности = 0,95.

Определение содержания сбалансированного белка

Содержание сбалансированного белка в продукте рассчитывали по формуле (3):

$$X = B - C \quad (3)$$

где X - содержание сбалансированного белка, г/100 г продукта;

B - общее содержание белка в продукте, г/100 г продукта;

C - избыточность содержания незаменимых аминокислот, пересчитанная в г/100 г продукта.

Избыточность содержания незаменимых аминокислот рассчитывали по формуле (4), предложенной Н.Н.Липатовым [65]:

$$G_n = \sum_{j=1}^k \{A_j \times (1 - a_j)\} \quad (4)$$

где G_n - избыточность содержания незаменимых аминокислот, г/100 г белка;

A_j — массовая доля j-ой незаменимой аминокислоты в продукте, г/100 г белка;

a_j — утилитарность содержания j-ой незаменимой аминокислоты в белке продукта, доля единиц

Утилитарность рассчитывали по формуле (5):

$$a_j = C_{\min} / C_j \quad (5)$$

где C_{\min} - минимальный скор незаменимых аминокислот оцениваемого белка по отношению к физиологически необходимой норме (эталону), % или доля единицы;

C_j - скор j-ой незаменимой аминокислоты к физиологически необходимой норме (эталону), % или доля единицы.

Достоверность экспериментальных данных оценивали методами математической статистики с привлечением современных программных средств. Расчеты и графическая интерпретация результатов исследования проводились с использованием визуального программирования в среде Microsoft Office Word XP, Excel XP для Windows XP.

Повторность опытов не менее 3 раз при 5-ти кратной повторности анализов. Уровень доверительной вероятности – 0,95.

Статистическую обработку результатов эксперимента проводили по методу Стьюдента. Оптимальные режимы ультразвукового воздействия определяли с использованием двухфакторного регрессионного анализа с помощью программного продукта MathCAD 2000. С проверкой адекватности модели по критерию Фишера.

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ СПРОСА НА ПРОДУКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ МЯСА ПТИЦЫ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТРЕБОВАНИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К ИХ КАЧЕСТВУ

3.1 Маркетинговые исследования спроса на мясо птицы и продукты его переработки в Уральском регионе

С целью проведения анализа структуры потребления мяса птицы и продуктов его переработки в Уральском регионе, а также обоснования выбора объектов исследования было проведено анкетирование 750 человек на основе рекомендаций стандарта ISO 20252–2006 «Market, opinion and social research – Vocabulary and service requirements».

Согласно анализу полученных результатов исследования, было установлено, что 53% опрошенных чаще отдают предпочтение мясу птицы и полуфабрикатам из него в общем объеме потребления мясных продуктов. Рассматривая распределение предпочтений потребителей Уральского региона в отношении выбора вида мяса птицы, установлено, что мясо цыплят-бройлеров приобретают 55,7% опрошенных, мясо индеек 17,3%; 10,4% потребителей отдают предпочтение мясу гусей; 9,4% – мясу уток; 7,2% опрошенных выбирают мясо других видов (рисунок 3.1).

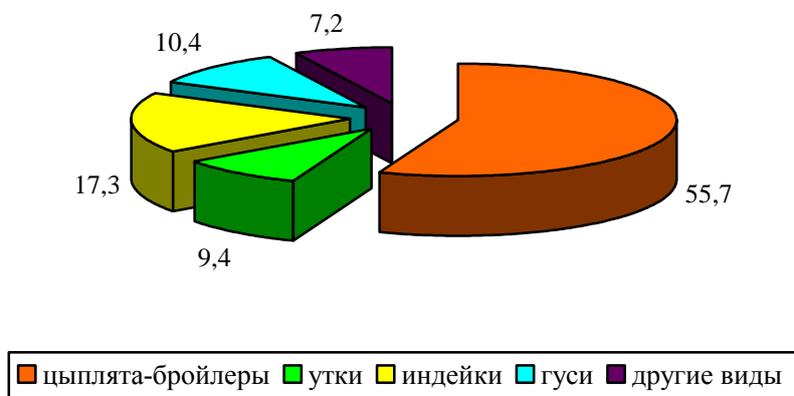
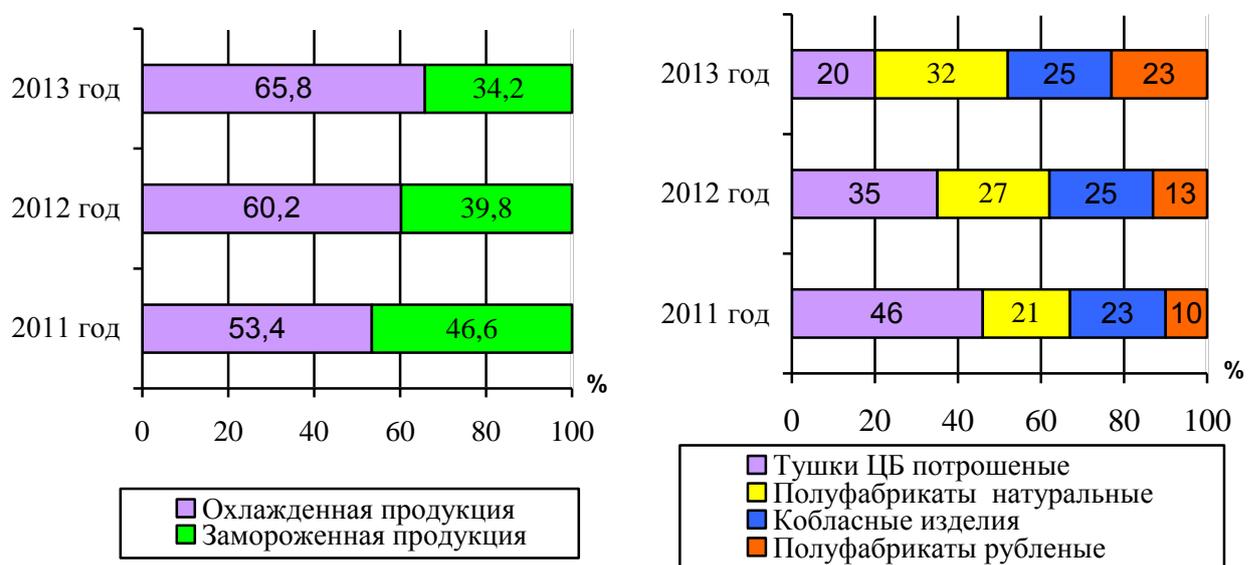


Рисунок 3.1 – Распределение предпочтений респондентов Уральского региона в отношении выбора вида мяса птицы, %

Это определяется региональными особенностями рынка продукции птицеводства, сформированного в Уральском регионе в основном за счет МЦБ и, как следствие, большей доступностью данного вида птицы потребителям, а также его высокими потребительскими свойствами (привлекательными органолептическими характеристиками, пищевой полноценностью, быстротой в приготовлении, невысокой ценой).

Следует отметить, что в течение минувших трех лет структура потребления мяса птицы и продуктов его переработки претерпевала изменения, равно также как и изменилось предложение в данном секторе (рисунок 3.2).



а

б

Рисунок 3.2 – Структура потребления МЦБ и продуктов его переработки в Уральском регионе в зависимости от термического состояния (а) и вида продукта (б) по состоянию на 2011–2013 г.

Охлажденное мясо птицы уверенно вытесняет замороженную продукцию, предпочтительность которой за период с 2011 до 2013 года снизилась на 12%. Отмечено смещение потребительских предпочтений в сторону продукции, полностью подготовленной к термической обработке (полуфабрикаты). Так, потребление натуральных полуфабрикатов из МЦБ увеличилось на 11%, рубленых – на 13%, при одновременном расширении ассортимента в данном сегменте продуктов. Стабильным спросом у потребителей пользуются колбасные

изделия из МЦБ (23–25%).

В 2013 году на долю охлажденной продукции приходится 65%, из которых 20% составляют тушки ЦБ, 32% – натуральные полуфабрикаты из ЦБ, в том числе продукты, полностью подготовленные к кулинарной обработке, 25% – колбасные изделия из мяса ЦБ, удельный вес рубленых полуфабрикатов составляет 23%. К данной группе продуктов переработки относят котлеты различного рецептурного состава, биточки, а также полуфабрикаты типа «Нагетсы», «Кордон-блю» и др.

Уровень потребления ППМЦБ практически не зависит от сезона и по совокупности потребления остается высоким – от 48% до 53% в общем объеме приобретаемых мясных продуктов, меняется лишь структура потребления: в летний период наиболее предпочтительны натуральные полуфабрикаты (до 40%), а потребление тушек ЦБ и рубленых полуфабрикатов сокращается до 16% и 15% соответственно; в зимнее время года отмечается обратная тенденция (рисунок 3.3).

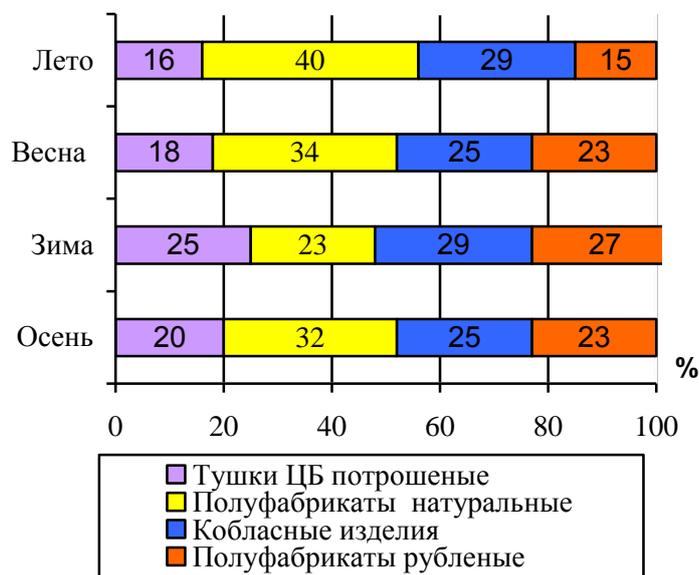


Рисунок 3.3 – Структура потребления МЦБ и продуктов его переработки в Уральском регионе в зависимости от времени года, %

Анализ выборки на основании квот различных групп населения, показал, что для возрастной группы от 35 до 75 лет наиболее предпочтены натуральные полуфабрикатам (грудка и бедро), а потребители до 35 лет, а также семьи с

детьми чаще делает выбор в пользу рубленых изделий, как, например, «Нагетсы». В связи с чем, именно данные виды полуфабрикатов были выбраны в качестве объектов на последующих этапах исследования.

Определяющим критериями выбора ППМЦБ для 75% потребителей является их состав и безопасность, 83% ориентируются в первую очередь на органолептические характеристики продукта, 98% опрошенных среди наиболее значимых критериев отмечают свежесть продукта (рисунок 3.4).

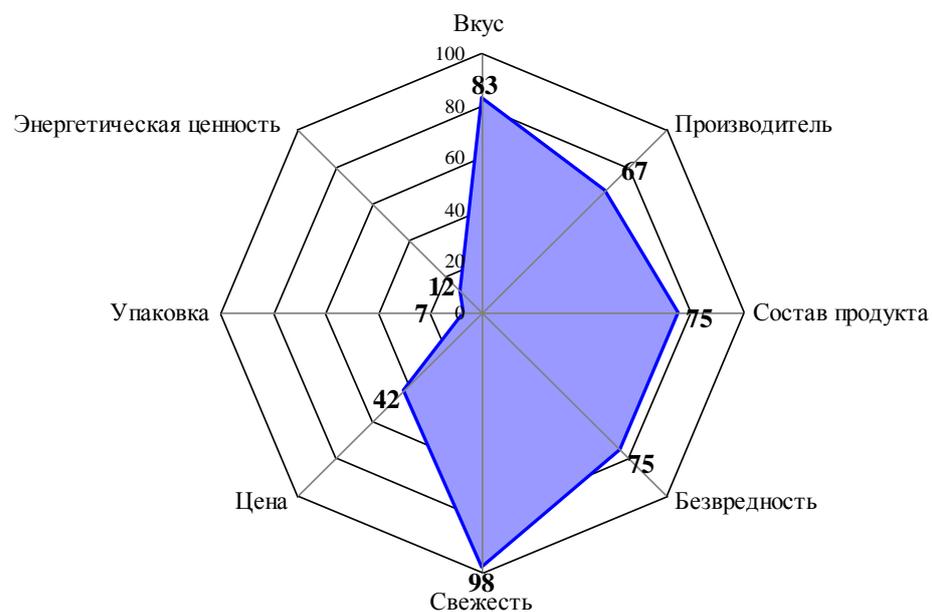


Рисунок 3.4 – Профиль распределения приоритетов респондентов, определяющих выбор полуфабрикатов из МЦБ, %

Исследования показали, что для 67% потребителей одним из важных параметров выбора является производитель, из них 72% отдают предпочтение продуктам, произведенным региональными предприятиями, которые реализуются в охлажденном виде и имеют небольшие сроки хранения.

Несмотря на весьма высокую предпочтительность МЦБ и полуфабрикатов из него для потребителей Уральского региона, ими был отмечен ряд недостатков данной продукции.

Анализ неудовлетворенности потребителей в отношении качества ППМЦБ

выявил, что 96% считают необходимым стремиться к обеспечению безвредности и безопасности продукта, а 58% респондентов хотели бы придать сочность готовым продуктам, 87% потребителей отметили низкие вкусовые свойства (рисунок 3.5).

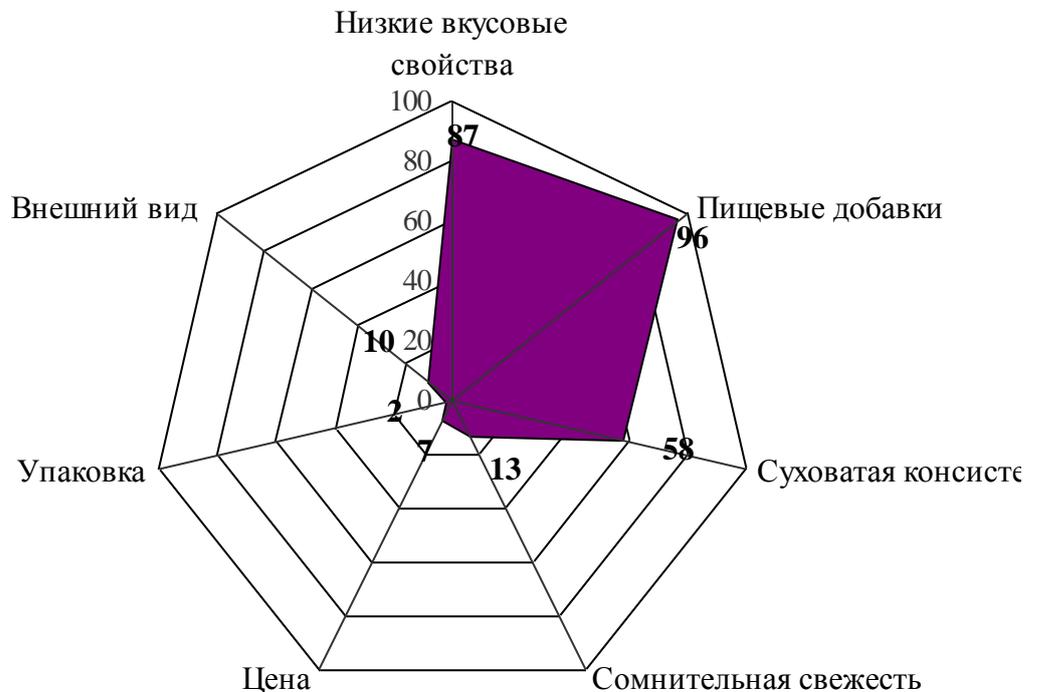


Рисунок 3.5 – Профиль распределения неудовлетворенности респондентов качеством полуфабрикатов из МП, %

Таким образом, для повышения удовлетворенности потребителей в части приемлемости потребительских свойств ППМЦБ требуется поиск путей, позволяющих решать данную проблему. Однако важно установить факторы, определяющие те или иные потребительские свойства, в связи с чем, на наш взгляд, наиболее применимым является метод экспертной оценки.

3.2 Анализ потребительских требований к продуктам переработки мяса птицы и установление факторов, их определяющих

По результатам проведенных маркетинговых исследований была определена номенклатура потребительских требований к полуфабрикатам из МЦБ с учетом ранжирования по степени важности. Анализ данных технической документации позволил установить основные показатели качества готового продукта, которые обуславливают его функциональное назначение и удовлетворенность потребителей. Также проведен анализ взаимосвязи между требованиями потребителей и показателями качества и установления их типа степени влияния на основе матричного метода с присвоением соответствующего ранга (таблице 3.1).

Таблица 3.1 – Матрица зависимости потребительских свойств полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров от свойств сырья

№	Характеристики сырья	Ранг с учетом комплексной оценки сил связи	Потребительские свойства					
			Вкус		Консистенция		Натуральность	Свежесть
			Гармоничность	Типичность	Сочность	Нежность		
1	Массовая доля белка	5	+	+	+	+	+	0
2	Качественный состав белка	5	+	+	+	+	+	0
3	Массовая доля жира	3	+	0	-	+	-	+
4	Массовая доля влаги	4	0	0	+	+	+	+
5	Массовая доля NaCl	2	+	0	+	+	0	+
6	Пряности и специи	1	+	+	-	-	+	-

Примечание (получено методом опроса экспертов): «+» – сильная связь; «0» – средняя связь; «-» – слабая связь или ее отсутствие

Анализ матрицы позволяет выявить взаимосвязь между потребительскими свойствами и качественными характеристиками сырья (ранг 5). Так, абсолютным лидером по степени влияния на потребительские достоинства ППМЦБ является количественный и качественный состав белка. Известно, что сбалансированное соотношение белков мышечной и соединительной ткани за счет высокой влагоудерживающей и влагосвязывающей способности создает каркас продукта,

фиксируют внутреннюю влагу, обеспечивая тем самым его сочность и нежность, в связи с чем данные показатели необходимо рассматривать в совокупности с массовой долей влаги в сырье (ранг 4).

Высокое содержание белков и их способность удерживать влагу улучшает реологические свойства полуфабрикатов, и прежде всего их консистенцию, одновременно, выполняя роль стабилизаторов, желеобразователей и студнеобразователей, улучшая внешний вид изделий. При денатурации белки обладают высокой гелеобразующей способностью, что также влияет на качество готовой продукции: образованные прочные гели фиксируют структуру изделий без специальной термической обработки.

Однако в том случае, когда количество собственного белка мясного сырья в силу различных причин не отвечает технологическим требованиям, в традиционных технологиях решение этой проблемы достигается путем использования функциональных белоксодержащих пищевых добавок и влагоудерживающих агентов (п. 1.2), но это противоречит требованию «натуральность» и значительно снижает вкусовые свойства продукта. Кроме того, возможность взаимодействия между пищевыми добавками осложняется проблемой комбинационной токсикологии и их гигиенической регламентацией [115].

Достаточное содержание жира будет также определять хорошие вкусовые свойства продукта, его нежность, однако снижать стойкость хранения за счет протекания окислительных процессов. Поэтому массовая доля жира в составе продукта занимает третье место по значимости (ранг 3).

Дополнительные условия для создания прочной связи воды с частицами мышечной ткани и повышения устойчивости в хранении продукта создает достаточная концентрация поваренной соли (ранг 2), однако ее применимость ограничена необходимостью поддержания гармоничного вкуса.

Неотъемлемыми компонентами, создающим необходимые органолептические характеристики готового продукта, являются специи и пряности и их устойчивость в процесс термической обработки (ранг 1).

Таким образом, поиск путей по улучшению потребительских свойств полуфабрикатов из МЦБ, на наш взгляд, должен быть осуществлен исходя из оптимизации качественных характеристик мясного сырья и минимизации количества пищевых добавок в составе готового продукта.

Выводы к главе 3.

1. В Уральском регионе отмечено смещение потребительских предпочтений в сторону МЦБ и полуфабрикатам из него в общем объеме потребления мясных продуктов.

2. Исследование потребительских предпочтений позволяет установить, что наиболее предпочтительны среди основных видов ППМЦБ патрульные и рубленые полуфабрикаты.

3. В отношении качества ППМЦБ выявлена неудовлетворенность потребителей по следующим характеристикам: низкие вкусовые свойства, большое количество пищевых добавок и др.

4. Для минимизации существующей неудовлетворенности необходимо осуществлять поиск путей по оптимизации качественных характеристик сырьевых ресурсов и модификации технологических процессов. В связи с чем, требуется более глубокое изучение факторов, обуславливающих качество готового продукта на региональных территориях, и поиск путей решения существующей проблемы.

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВО ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МЯСА ЦЫПЛЯТ- БРОЙЛЕРОВ, ПРОИЗВЕДЕННЫХ В УРАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ, И ОЦЕНКА ИХ ВАРИАТИВНОСТИ

Известно, что важнейшей проблемой, определяющей несоответствие качества реализуемых в настоящее время мясопродуктов, в том числе и ППМЦБ ожиданиям потребителей является наличие отклонений параметров сырья, отвечающих за его технологическую пригодность [5, 11, 14, 19, 63, 112, 178].

Рядом исследований отмечено, что качественные характеристики мясной продукции обоснованы не только морфологией, химическим составом и технологией первичной переработки скота, в настоящее время применительно к мясу убойных животных отмечается высокая степень информационной неопределенности химического и морфологического состава, что в конечном счете также влияет на стабильность качества [59– 63].

Поэтому исследование данного вопроса применительно к МЦБ в совокупности с обобщенной товароведной позволит обладать необходимой информацией для выбора соответствующих способов воздействия на выявленные проблемы.

4.1. Товароведная оценка качества мяса цыплят-бройлеров, поступающего на переработку

Сведения Роспотребнадзора о качестве мяса птицы по Уральскому региону указывают на высокий удельный вес проб, не соответствующих нормативам, прежде всего по микробиологическим показателям. В 2012 году число образцов мяса ненадлежащего качества, а также опасных образцов, составило 2,8%, из них на мясо птицы пришлось 7,2%, а для продуктов переработки этот показатель несколько ниже и составляет 3,3%. В целом, можно констатировать положительную динамику снижения количества отбракованных единиц, однако

удельный вес продукции Уральского региона имеет тенденцию роста (рисунок 4.1) [77].

Учитывая значительную географическую распространенность птицеперерабатывающих предприятий Уральского региона, в рамках данной работы были выделены четыре территориальные зоны для исследования качественных характеристик вырабатываемого МЦБ:

- зона I – Челябинская область;
- зона II – Свердловская область;
- зона III – Курганская область;
- зона IV – Тюменская область.

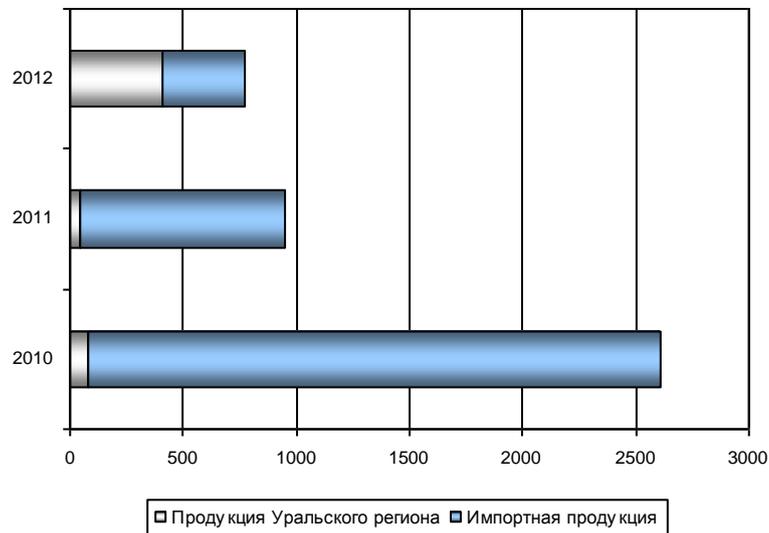


Рисунок 4.1 - Число забракованных единиц птицы и птицепродуктов по Уральскому региону за период 2010 – 2012 год

Органолептический анализ МЦБ позволил установить, что доля стандартной продукции первой и второй категории качества составила 88–94%, при этом существует доля тощих тушек ЦБ (7-12%), также поступающих на переработку (рисунок 4.2). Для данной категории ЦБ отмечено снижение массы на 20–30%:

- зона I – масса грудных мышц ЦБ – 185,3 г, ножных (бедра и голени) – 236,1 г, при норме – 220,5 г; 283,1 г соответственно;
- зона II – масса грудных мышц ЦБ – 181,4 г, ножных (бедра и голени) – 243,2 г, при норме – 230 г; 290 г соответственно;

– зона III – масса грудных мышц ЦБ – 179,7 г, ножных (бедр и голени) – 200,3 г, при норме – 215,2 г; 243,4 г соответственно;

– зона IV – масса грудных мышц ЦБ – 172,7 г, ножных (бедр и голени) – 223,8 г, при норме – 215,5г; 270г соответственно.

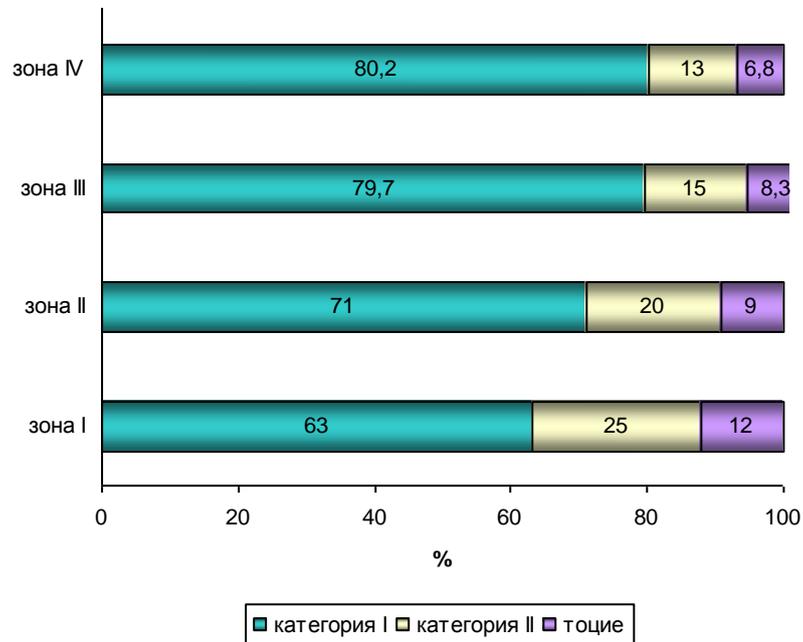


Рисунок 4.2 – Распределение выхода тушек ЦБ в зависимости от упитанности, %

Среди наиболее распространенных отклонений по показателю упитанности согласно ГОСТ Р 52702-2006 «Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия» в тушках ЦБ отмечены: впадины на грудных мышцах, выделение киля грудной кости, слаборазвитая мускулатура (рисунок 4.3).

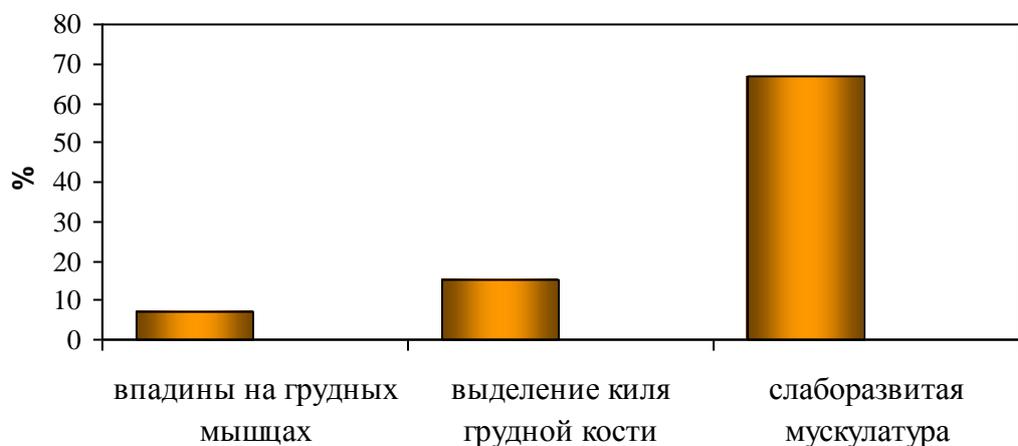


Рисунок 4.3 – Структура распространенности дефектов тушек ЦБ по показателю упитанности, %

1. Оценка качества обработки тушек ЦБ на соответствие требованиям ГОСТ Р 52702-2006 «Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия» показала, что систематически прослеживаются такие дефекты как плохое снятие оперения и кровоизлияния – для 80% и 40% соответственно (рисунок 4.4).

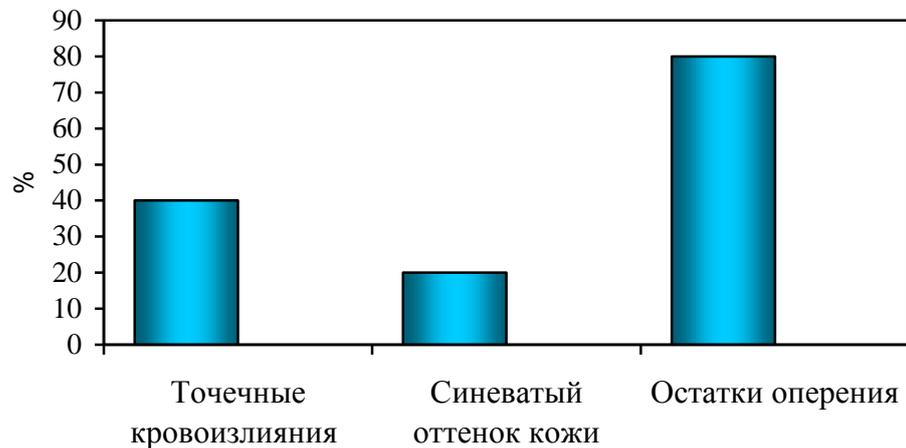


Рисунок 4.4 – Структура распространенности дефектов тушек ЦБ по показателю качества обработки, %

Плохое снятие оперения возникает в результате несоответствия температуры воды в ваннах для шпарки и времени выдерживания птицы. Температура должна составлять 53...54°C для тушек цыплят, для кур 56...58°C, продолжительность операции не менее 120 секунд. Такие дефекты как кровоизлияния и синеватый оттенок кожи можно избежать при регулировании аппарата для электроогушения по высоте и напряжению[105].

Важно учитывать, что присутствие вышеуказанных отклонений сопряжено с рисками развития негативных явлений порчи при хранении тушек птицы и как следствие повышению уровня опасности готового продукта для потребителя.

Важным фактором в оценке качества и пригодности мясного сырья для переработки, является значение водородного показателя рН, который позволяет оценить уровень ионизации аминокрупп и, следовательно, характеризует гидратационные возможности белка. Результаты определения рН МЦБ представлены на рисунке 4.5.

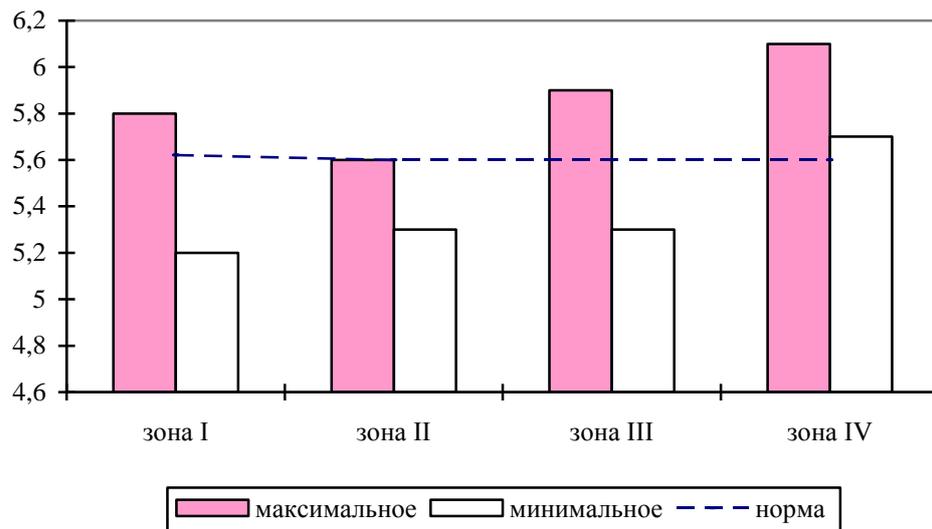


Рисунок 4.5 – Значение водородного показателя рН в образцах МЦБ, произведенного в различных территориальных зонах Уральского региона, ед.

Приняв диапазон значений показателя рН от 5,6 до 6,2 за оптимальный для мяса с нормальным течением автолитических процессов, отметим, что МЦБ, произведенное в зонах I, II и III, характеризуется значениями рН, близкими к изоэлектрической точки миофибриллярных белков (миозин – 5,4). В результате, за счет частичной денатурации, нарушается пространственная конфигурация белковых молекул, сопровождаемая образованием барьерных сеток денатурированного белка, оказывающих существенное влияние на процессы посола мяса, тормозя проникновение и равномерное распределение посолочных ингредиентов по всему объему сырья, что в конечном счете оказывает негативное влияние на формирование консистенции и сочности продуктов переработки, полученных из такого сырья [19].

Важной товароведно-технологической характеристикой мяса является его химический состав. Соотношение между основными нутриентами обуславливает не только пищевую полноценность продукта, но и его пригодность к технологической переработке.

Исследование химического состава МЦБ, используемого для переработки, позволило получить усредненные данные в зависимости от территориальной зоны выращивания птицы и категории ее упитанности (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Химический состав МЦБ в зависимости от территориальной зоны выращивания птицы и категории ее упитанности птицы

Территориальная зона	Категория	Содержание, %			
		Влага	Белок	Жир	Зола
Зона 1	I	65,3±0,7	21,4±0,5	10,8±0,2	0,5±0,1
	II	70,2±0,5	21,3±0,4	7,1±0,1	0,5±0,1
	тощая	70,4±0,5	18,1±0,5	3,0±0,1	0,7±0,1
Зона 2	I	67,5±0,5	22,1±0,5	11,5±0,2	0,5±0,1
	II	71,8±0,6	20,7±0,2	9,4±0,2	0,5±0,1
	тощая	71,0±0,2	17,9±0,6	4,2±0,3	0,5±0,1
Зона 3	I	67,3±0,7	19,4±0,5	13,8±0,2	0,5±0,1
	II	68,2±0,5	19,0±0,4	9,1±0,1	0,6±0,1
	тощая	70,0±0,5	18,1±0,5	4,2±0,1	0,5±0,1
Зона 4	I	68,5±0,5	18,2±0,7	11,5±0,2	0,5±0,1
	II	64,8±0,6	18,1±0,2	5,5±0,2	0,5±0,1
	тощая	71,1±0,5	17,5±0,5	3,1±0,2	0,5±0,1

Анализ данных, представленные в таблице 4.1, позволяет отметить, что для показателей химического состава МЦБ отмечается вариативность не только в зависимости от категории упитанности птицы, что весьма очевидно, но от территории ее выращивания. Так, например, содержание влаги в мясном сырье I категории в различных регионах Урала варьирует от 65,3±0,7% до 68,5±0,5%; содержание белка от 18,2±0,7% до 22,1±0,5%; содержание жира от 10,8±0,2% до 13,8±0,2%. Аналогичная тенденция разброса показателей химического состава также прослеживается для тушек II и тощей категорий.

Как уже отмечалось выше (глава 1) одним из наиболее значимых компонентов химического состава мяса, как с точки зрения технологической применимости сырья, так и обеспечения биологической полноценности пищи является белок. Характеристика белкового состава МЦБ, поступающего на переработку на территории Уральского региона, во взаимосвязи с категорией

упитанности птицы представлена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Характеристика белкового состава МЦБ в зависимости от территориальной зоны выращивания и категории упитанности птицы

Территориальная зона	Категория упитанности	Массовая доля белка, %		
		общее количество	в то числе	
			миофибриллярные	саркоплазматические
Зона 1	I	21,4±0,5	17,9±0,2	3,5±0,2
	II	21,3±0,4	15,9±0,2	5,4±0,5
	тощая	18,1±0,5	11,8±0,3	6,3±0,3
Зона 2	I	22,1±0,5	18,2±0,2	2,9±0,5
	II	20,7±0,2	15,9±0,3	4,8±0,5
	тощая	17,9±0,6	12,4±0,5	5,5±0,2
Зона 3	I	19,4±0,5	15,6±0,2	3,8±0,1
	II	19,0±0,4	13,4±0,2	5,6±0,5
	тощая	18,1±0,5	11,0±0,3	7,1±0,3
Зона 4	I	18,2±0,7	14,6±0,6	3,6±0,2
	II	18,1±0,2	12,0±0,2	6,1±0,2
	тощая	17,5±0,5	10,2±0,4	7,3±0,2

Анализируя данные таблицы 4.2, отметим, что при относительном сохранении количественного содержания белка в различных категориях упитанности МЦБ, снижается содержание миофибриллярных белков и, соответственно, увеличивается количество белков соединительной ткани, что, безусловно, оказывает влияние на ФТС сырья. Кроме того, сохраняется высокий уровень вариативности показателя относительно территориального фактора. Так, общее количество белка варьирует от 17,5±0,5% до 22,1±0,5%, в том числе содержание белков соединительной ткани – от 2,9±0,5% до 7,3±0,2%. Особенно важно учитывать возможные изменения технологических параметров сырья при составлении мясных фаршей, вырабатываемых из объединенных партий МЦБ.

Систематизация имеющейся научной информации позволяет считать, что наиболее важным фактором, определяющим перераспределение химического состава мяса сельскохозяйственных животных и птиц, являются кормовые

рационы, содержащие различные биологически активные добавки, наиболее распространенным, компонентом которых является селен.

Так, на птицеперерабатывающих предприятиях распространено обогащение кормовых рационов птиц бобами нута *Cicer arietinum* L. сорта «Приво-1», которые богаты селеном. Птицефабрики также применяют селеносодержащие комплексы – ПК-5. При потреблении обогащенного корма характерно общее увеличение массы птицы, прежде всего за счет лучшего усвоения протеина.

Согласно современным данным, корма – основа формирования не только здоровья животного и его живой массы, но и функциональных характеристик мясного сырья [121].

Провести обобщенную оценку величин разброса параметров химического состава с учетом территориального фактора позволит расчет коэффициента вариации (таблица 4.3).

Анализируя данные таблицы 4.3, отметим, что в целом относительно территориально критерия вариативность показателей химического состава весьма невысокая. Так, коэффициент вариации по содержанию белка в МЦБ имеет диапазон колебаний 3–6%, по содержанию влаги – 4–5%. Несколько более высокой вариативностью отличается показатель массовой доли жира, который составляет 25–40%. Нижний предел колебаний (25,13%) отмечен для зоны III, где, как отмечалось ранее, преобладает выход продукции первой категории упитанности и доля тощей птицы.

Также отметим, что для различных территориальных зон отмечается отклонение в соотношении «белок:жир:вода»: 1:0,3:3,5; 1:0,4:3,6; 1:0,5:3,5; 1:0,4:4, при норме – 1:0,8:3–5. Данный критерий неопределенности имеет большое значение для продуктов, выработанных на фаршевой основе.

Таблица 4.3 – Вариативность показателей химического состава мяса ЦБ в зависимости от территориальных зон Уральского региона

Наименование показателя		Территориальная зона			
		Зона 1	Зона 2	Зона 3	Зона 4
Массовая доля белка, %	Диапазон колебаний ($S_{\min} - S_{\max}$), %	17,7– 20,2	17,3– 20,7	18,0–19,6	16,3– 18,5
	Среднее значение (S_{cp}), %	18,3	18,5	18,8	17,6
	Коэффициент вариации ($v_{\text{в}}$), %	5,93	5,67	3,4	4,71
Массовая доля жира, %	Диапазон колебаний ($S_{\min} - S_{\max}$), %	3,0 – 10,2	4,7– 11,3	6,0 – 12,7	3,2– 12,0
	Среднее значение (S_{cp}), %	6,3	7,8	8,6	7,4
	Коэффициент вариации ($v_{\text{в}}$), %	38,88	28,97	25,13	41,4
Массовая доля влаги, %	Диапазон колебаний ($S_{\min} - S_{\max}$), %	65,3 – 70,7	66,2 – 71,1	65,0 – 68,0	67,5– 71,5
	Среднее значение (S_{cp}), %	68,3	67,4	66,2	69,1
	Коэффициент вариации ($v_{\text{в}}$), %	5,28	5,13	4,19	4,93
белок:жир:вода (по S_{cp})		1:0,3:3,5	1:0,4:3,6	1:0,5:3,5	1:0,4:4

В сложившейся ситуации перерабатывающие предприятия, которые не имеют собственной сырьевой базы и вынуждены закупать мясное сырье, находятся в условиях информационной неопределенности, когда необходимо постоянно отслеживать качество исходного сырья и в последующем вносить коррективы в рецептуры и технологии производства для минимизации рисков снижения качества готовой продукции.

4.2 Исследование качества воды, поступающей на птицеперерабатывающие предприятия Уральского региона

Вода это второй сырьевой компонент в продуктах переработки мяса. Вода обуславливает консистенцию и структуру продукта, способствует формированию необходимого внешнего вида, вкуса и оказывает влияние на хранимоспособность мясных продуктов. Благодаря физическому взаимодействию с белками, полисахаридами, липидами и солями, вода вносит значительный вклад в текстуру пищи.

При этом важной проблемой, стоящей перед предприятиями пищевой промышленности Уральского региона, является неудовлетворительное качество воды. Анализ качества воды, используемой в технологических целях на птицеперерабатывающих предприятиях Уральского региона проводился с учетом зонирования территорий (п 4.1). Результаты представлены в таблице 4.4.

Анализ результатов контроля качества воды, позволяет сделать вывод о ее нестабильном качестве. К основным проблемным показателям качества питьевой воды можно отнести повышенную жесткость, высокое содержание железа, содержание остаточного хлора, нитратов, превышение значений этих показателей отмечено в трех зонах региона – II, III, IV.

Известно, что повышенная жесткость воды оказывает отрицательное воздействие на процесс растворения сухих веществ в составе шприцовочных рассолов и мясных фаршей, что затрудняет процесс формирования структуры готового продукта. Данные об отрицательном влиянии высокой жесткости воды

на процесс растворения сухих веществ подтверждаются исследованиями Галстяна А.Г., Червецова В.В., Туровской С.Н., Шкловец А.Н. [27].

Таблица 4.4 – Результаты анализа качества воды, используемой для пищевых производств (весна, 2012 г)

Показатель качества	Ед. измерения	Допустимая норма	Зона I	Зона II	Зона III	Зона IV
pH		6-9	7,2±0,10	7,4±0,16	7,5±0,18	6,8±0,12
Перманганатная окисляемость общая	мгО ₂ /дм ³	<5	4,7±0,2	4,3±0,3	4,4±0,2	4,5±0,2
Жесткость общая	мг-экв/дм ³	<7	7,2±0,3	7,4±0,3	7,3±0,3	5,4±0,3
Хлор остаточный общий	мг/дм ³	1,2	0,81±0,12	0,85±0,15	0,98±0,05	0,71±0,05
Нитраты	мг/дм ³	<10	14,6±1,3	8,3±1,3	14,2±1,4	14,2±1,4
Сульфаты	мг/дм ³	500	216,0±3,2	216,4±2,5	200,9±0,022	290,7±1,9
Алюминий	мг/дм ³	0,2	0,13±0,03	0,14±0,03	0,09±0,022	0,09±0,022
Марганец	мг/дм ³	0,1	0,050±0,005	0,058±0,006	0,048±0,005	0,046±0,005
Железо	мг/дм ³	0,3	0,26±0,06	0,46±0,04	0,47±0,06	0,42±0,06
Свинец	мг/дм ³	<0,01	0,006±0,0005	0,005±0,0005	0,007±0,0005	0,009±0,0005
Медь	мг/дм ³	<1	0,71±0,005	0,80±0,005	0,60±0,005	0,92±0,005
Кадмий	мг/дм ³	<0,001	0,0004±0,0000 1	0,0008±0,0000 1	0,0006±0,0000 1	0,0009±0,0000 1
Ртуть	мг/дм ³	<0,0005	0,0001 ±0,00005	менее 0,00005	менее 0,00005	менее 0,00005
Общее микробное число	КОЕ/мл	50	6	10	12	5

По санитарно-гигиеническим показателям отклонений от нормируемых значений в пробах воды отмечено не было. Однако статистические данные отчетов Роспотребнадзора за несколько лет показывают, что неудовлетворительные состояние проб воды по микробиологическим показателям непостоянно и связано с природными явлениями в отдельных зонах. Так в 2012 г. доля неудовлетворительных проб воды по микробиологическим показателям составила 5,6 % [77].

К числу выявленных недостатков качества воды, используемой для производства продуктов питания, можно отнести достаточно высокое содержание железа. Для производства мясопродуктов повышенное содержание ионов железа нежелательно, поскольку может привести к ухудшению цвета продукта, а также провоцировать окисление липидов в результате его взаимодействия с кислородом [1, 2, 48].

К наиболее выраженным недостаткам водопроводной воды также можно отнести ее достаточно низкие органолептические свойства, критические значения по показателям запах и привкус были отмечены в весенний период. Это, вероятно, обусловлено таянием снежных покровов, и увеличением нагрузки на очистные сооружения систем центрального водоснабжения.

Наряду с этим, в весенне-летний период наблюдается пик микробиологической загрязненности водопроводной воды. Значение показателя общее микробное число достигало 18 КОЕ/мл, что в целом соответствовало норме, но значительно превышало значения показателя в другие сезоны.

В рамках заключения по результатам проведенных исследований качества воды, используемой в производстве продуктов питания можно вынести следующее:

- вода, используемая предприятием для производства полуфабрикатов, характеризуется повышенной жесткостью, установлена группа – средне жесткая;
- водопроводная вода характеризуется завышенным содержанием железа (в среднем в 1,5 раза выше нормативного значения);
- содержание токсичных металлов в водопроводной воде, хотя и подвержено сезонным колебаниям, в целом не превышает установленных нормативных значений;
- по нормируемым бактериологическим показателям вода соответствует гигиеническим требованиям, однако в весенне-летний период значения этих показателей увеличиваются;

Полученные данные анализа воды свидетельствуют о стоящей перед предприятием задаче эффективной очистки и обеззараживания, которая может быть достигнута за счет применения методов ультразвукового воздействия.

4.3 Исследование факторов, определяющих функционально-технологических свойства мяса цыплят-бройлеров

Принимая во внимание тот факт, что ФТС МЦБ определяются не только прижизненными факторами, но последующей технологической обработкой, на наш взгляд, важным является изучение особенностей сырья различного термического состояния и морфологического строения, что позволит целенаправленно прогнозировать качество готового продукта и осуществлять поиск путей его улучшению.

4.3.1 Исследование функционально-технологических свойств мяса цыплят-бройлеров с учетом морфологического строения

Известно, что мясо птицы обладает рядом особенностей, отличающих его от других видов мяса. По сравнению с мясом убойных животных в мясе птиц относительно слабо развита соединительная ткань. Внутримышечная соединительная ткань птиц представлена лишь тонкими пленками, окружающими пучки мышечных волокон. Небольшие соединительнотканые образования связывают мышечные волокна в пучки и мышцы. В связи с этим мясо птицы содержит больше полноценных и легкоусвояемых белков по сравнению с мясом убойных животных. Вместе с тем коллаген и эластин внутримышечной соединительной ткани мяса птиц быстрее образуют растворимые продукты распада при кулинарной обработке [28].

Известно, что окраска различных мышц у птиц неодинакова: она изменяется от светло-розовой (белое мясо^{*}) до темно-красной (красное мясо^{**}) в зависимости от содержания гемопротеинов (миоглобина и гемоглобина). Жир птиц характеризуется невысокой температурой плавления, что связано с высоким содержанием в нем ненасыщенных жирных кислот [104]. .

* мясо грудных мышц ЦБ

** мясо бедра и голени ЦБ

Оценить влияние морфологического строения на ФТС МЦБ позволит комплексный анализ технологических параметров и химического состава сырья, выработанного из различных морфологических участков тушек птицы.

Химический состав МЦБ, вырабатываемого в Уральском регионе, в зависимости от морфологического строения представлен в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Вариативность химического состава МЦБ, вырабатываемого в Уральском регионе, в зависимости от морфологического строения МЦБ

Вид МЦБ	Среднее значение (S_{cp}), % с учетом среднего квадратического отклонения (σ)			
	Влага	Белок		Жир
		общее количество	в том числе белки саркоплазмы	
Белое	68,3±3,5	19,4±2,1	2,2±1,3	7,8±4,2
Красное	67,5±3,5	19,1±3,5	5,4±2,3	8,5±4,2
Фарш из белого и красного МЦБ в соотношении 1:1	67,3±2,7	18,7±1,1	4,4±2,2	6,8±2,2
ММО	68,5±2,5	14,2±2,2	2,2±1,3	12,5±2,2

Химический состав белого и красного мяса различен: в белом мясе содержание полноценных белков выше на 5–7%, а коллагена и эластина меньше, чем в красном на 3–5%, поэтому технологические свойства белого и красного мяса также имеют отличительные особенности. Однако известно, что коллаген и эластин хорошо гидролизуются под действием термической обработки с образованием глютена и желатоз, которые обладают выраженной влагоудерживающей способностью, что объясняет меньшие потери влаги при термической обработке красного мяса [28, 48].

Необходимо отметить, что отмечается значительное расхождение параметров химического состава с учетом морфологического строения (таблица 4.5). Так, содержание белка в среднем составляет для белого мяса 19,4%, для красного – 19,1%, для фаршей – 18,7%, для ММО – 14,2%. При этом среднее квадратическое отклонение по массовой доле белка в зависимости от вида мяса

составляет 2,1%, 3,5%, 1,1%, 2,2% соответственно, то есть колебания в содержании белка находится в диапазоне от 17,2% до 21,6% для белого МЦБ, от 15,6% до 22,6% для красного МЦБ, от 17,6% до 19,8% для фарша, от 12,0% до 16,4% для ММО. Колебания по массовой доли жира составляют от 3 до 12%, массовой доли влаги от 65% до 71%. При этом для фаршей МЦБ вариативность данных параметров имеет более узкий диапазон: белок – 17–20%, жир – 4–8%, влага 64–69%.

Мясо механической обвалки характеризуется повышенным содержанием жира (12–14%) и пониженным содержанием белка 12–16% по сравнению со скелетным мясом. Вариативность средняя, что согласуется с результатами исследований В.А. Ганоцкого, О.Н. Красли [28, 62].

Известно, что количественное содержание компонентов в системе, их качественных состав и условия среды определяют ее ФТС. Результаты исследования показателей ФТС МЦБ с учетом морфологического строения ткани также показали достаточно большой разброс данных таблице 4.6.

Значения показателя ВСС с учетом морфологического строения МЦБ характеризуются слабой вариацией в рамках одного вида: коэффициент вариации составляет 6,04%; 5,02%; для белого и красного МЦБ соответственно; для фаршей, полученных из белого и красного мяса ЦБ – 4,5%; для ММО – 5,3%. Однако из рисунка 4.6 видно, что в целом по данному критерию показатель ВСС находится в диапазоне от 40% до 70%. При этом белое МЦБ отличается более высокой способностью связывать влагу, так как низкое содержание белков стромы и преобладание фракции миофибриллярных и сакроплазматических белков как физиологическая особенность строения грудных мышц птицы определяет ее преимущества. Наиболее стабильными характеристиками обладает фарш.

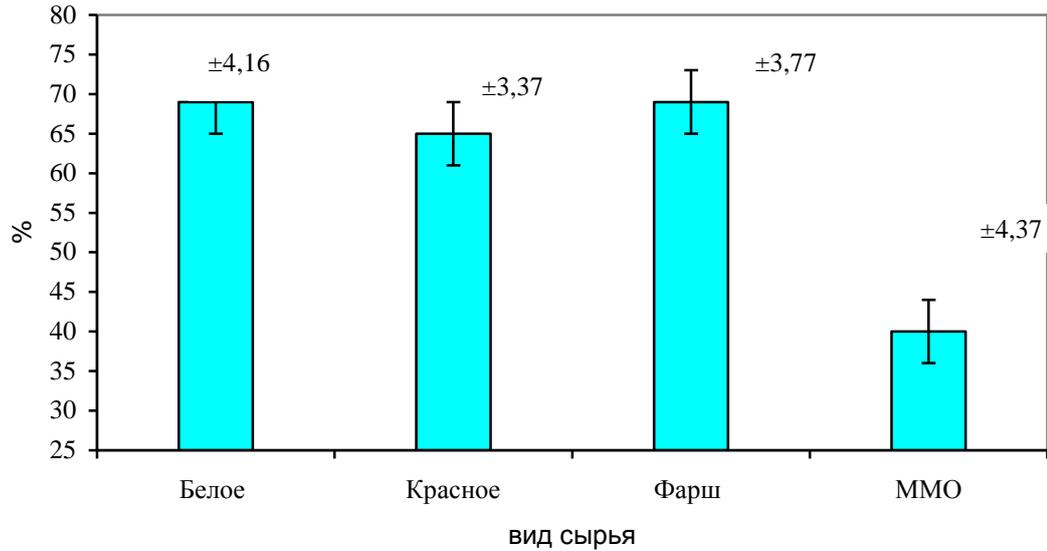


Рисунок 4.6 – Результаты определения ВСС в образцах мяса ЦБ, % к общей влаге

Аналогичная тенденция наблюдается для показателя ВУС. Коэффициент вариации для различных видов МЦБ имеет диапазон колебаний 7–10 %, что не является критическим, однако может оказать влияние на обеспечение стабильности качества готового продукта, изготовленного из различных видов мясного сырья (рисунок 4.7).

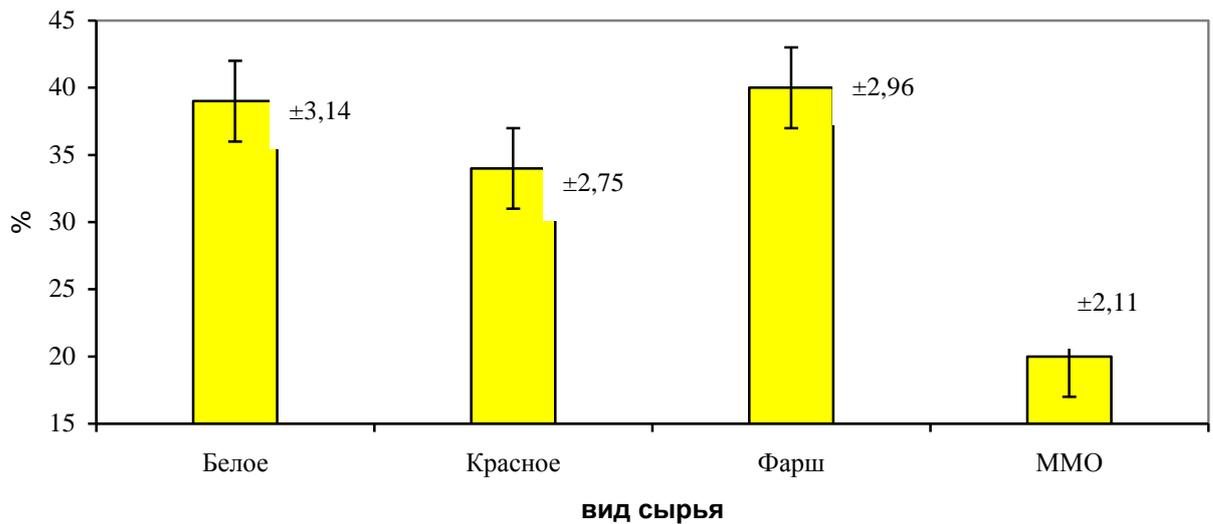


Рисунок 4.7 – Результаты определения ВУС в образцах мяса ЦБ, %

Таблица 4.6 – Вариативность показателей ФТС М ЦБ с учетом морфологического строения

Наименование показателя		Вид мускулатуры			
		Белое	Красное	Смесь	ММО
ВСС, % к общей влаге	Диапазон колебаний ($S_{\min} - S_{\max}$), %	62,7 – 76,5	60,8 – 71,8	61,9 – 76,6	36,3 – 44,5
	Среднее значение (S_{cp}), %	68,9	67,3	68,6	40,2
	Среднее квадратическое отклонение (σ)	4,16	3,37	3,77	4,34
	Коэффициент вариации (v_v), %	6,04	5,02	4,5	5,3
ВУС, %	Диапазон колебаний ($S_{\min} - S_{\max}$), %	34,5 – 43,2	30,8 – 38,3	36,6 – 42,9	18,2 – 22,4
	Среднее значение (S_{cp}), %	39,3	34,7	40,5	20,6
	Среднее квадратическое отклонение (σ)	3,14	2,75	2,96	2,11
	Коэффициент вариации (v_v), %	7,96	7,92	7,3	10,2
Потери при термической обработке, %	Диапазон колебаний ($S_{\min} - S_{\max}$), %	28,5 – 33,4	24,1 – 33,7	27,3 – 31,2	32,5 – 36,5
	Среднее значение (S_{cp}), %	30,5	28,3	29,1	34,2
	Среднее квадратическое отклонение (σ)	2,72	3,89	2,11	2,32
	Коэффициент вариации (v_v), %	8,91	10,25	7,25	6,78

Интегральной характеристикой ФТС мяса являются показатель пореть при термической обработке. В зависимости от вида МЦБ значение показателя колеблется в диапазоне 28–34% (рисунок 4.8). Максимальные потери отмечены для ММО – $34,2\% \pm 2,32\%$, что объясняется частичной денатурацией белка при механических воздействиях. Более низкий уровень потерь отмечен для красного мяса (27%) по отношению к белому (30%) [48].

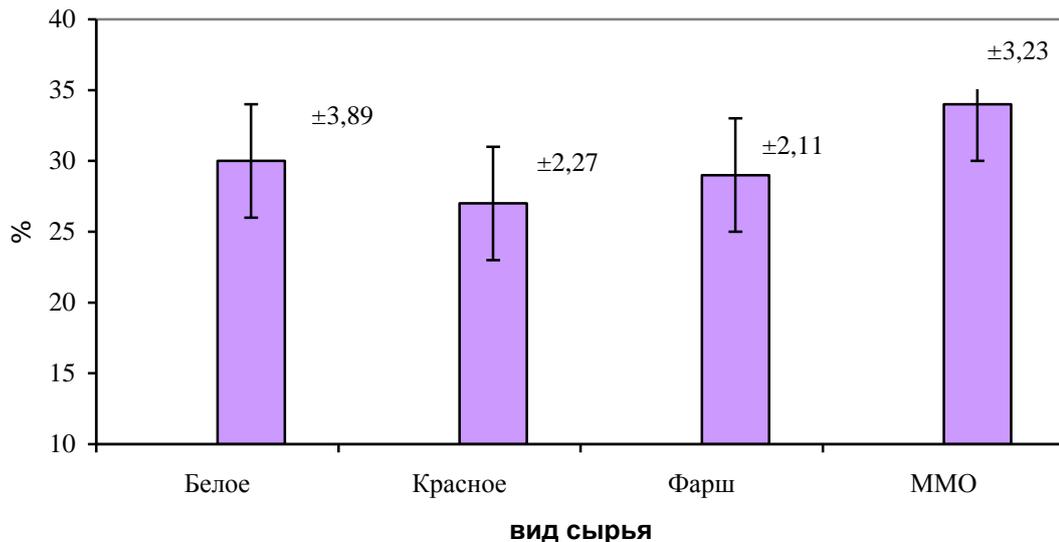


Рисунок 4.8 – Результаты определения потерь при термической обработке в МЦБ, %

В целом по данному критерию вариация внутри одного вида сохраняется слабая и составляет 7–10%.

Таким образом, установлено, что разброс значений показателей ФТС МЦБ с учетом морфологического строения не большой, о чем свидетельствуют полученные значения коэффициента вариации, не превышающие 10%. Однако в совокупности факторов, определяющих ФТС МЦБ, это может оказывать влияние на формирование потребительских достоинств натуральных кусковых полуфабрикатов ЦБ, вырабатываемых их отдельных частей тушки. При этом для фаршевых продуктов выявленные закономерности представляют меньшие риски снижения качества.

4.3.2 Исследование функционально-технологических свойств мяса цыплят-бройлеров с учетом термического состояния

Известно, что замораживание, хранение в замороженном виде и последующее размораживание вызывают в тканях изменения, которые отражаются на качестве мяса и его ФТС [71].

В охлажденном мясе гидратные оболочки белка остаются преимущественно нативными, образованными еще в живом организме, где вода была дезинтегрирована посредством фильтрации сквозь клеточные мембраны под действием осмоса [63]. В мясе же, прошедшем стадию глубокой заморозки, связь природной влаги с биополимерами разрушена, что приводит к снижению ВСС до 53%, ВУС до 40%, увеличению потерь влаги при термической обработке более 35% (рисунок 4.9, 4.10, 4.11).

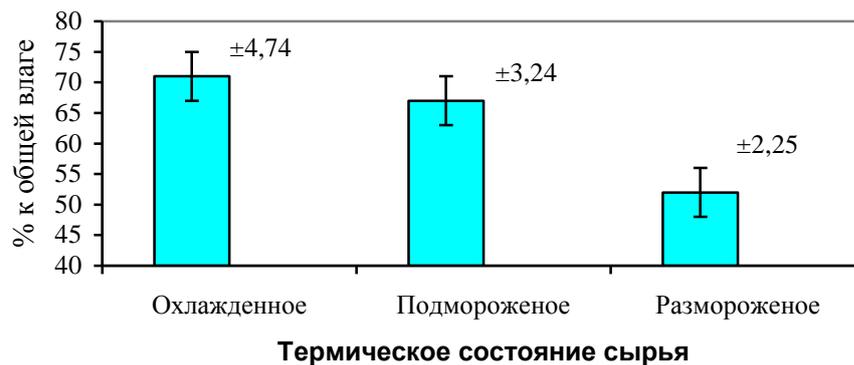


Рисунок 4.9 – Результаты определения ВСС в МЦБ с учетом термического состояния

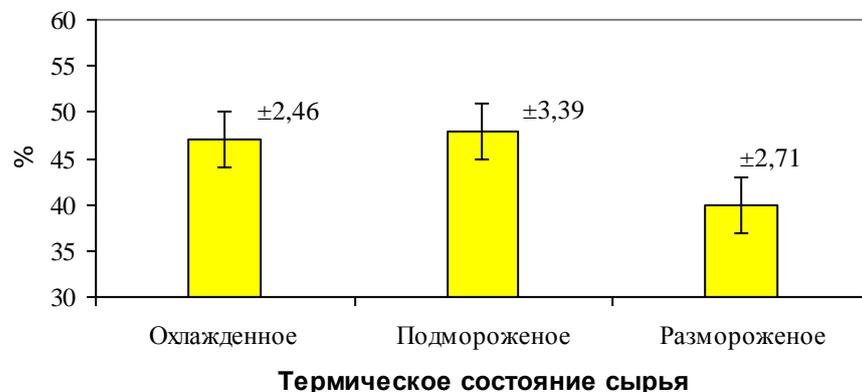


Рисунок 4.10 – Результаты определения ВУС в МЦБ с учетом термического состояния

Таблица 4.7 – Вариативность показателей ФТС мяса ЦБ различных с учетом термического состояния

Наименование показателя		Вид мускулатуры		
		охлажденное	подмороженное	размороженное
ВСС, % к общей влаге	Диапазон колебаний ($S_{\min} - S_{\max}$), %	61,5 – 79,7	61,2 – 72,5	47,2 – 56,4
	Среднее значение (S_{cp}), %	70,8	67,2	51,9
	Среднее квадратическое отклонение (σ)	4,74	3,34	4,25
	Коэффициент вариации (v_v), %	8,11	9,97	8,2
ВУС, %	Диапазон колебаний ($S_{\min} - S_{\max}$), %	44,7–51,5	44,2–51,7	38,1–42,6
	Среднее значение (S_{cp}), %	47,3	48,2	40,5
	Среднее квадратическое отклонение (σ)	2,46	3,39	2,71
	Коэффициент вариации (v_v), %	5,16	4,95	6,69
Потери при термической обработке, %	Диапазон колебаний ($S_{\min} - S_{\max}$), %	30,1–37,1	29,9–36,4	39,5–44,3
	Среднее значение (S_{cp}), %	34,1	32,5	42,7
	Среднее квадратическое отклонение (σ)	3,16	3,11	2,54
	Коэффициент вариации (v_v), %	9,26	9,56	5,94

Известно, что часть мясного сока вытекает из мяса во время размораживания, часть теряется в процессе обработки мяса (обвалка, жиловка) под давлением ножа. Таким образом, мясо обедняется не только водой, но и всеми водорастворимыми веществами,

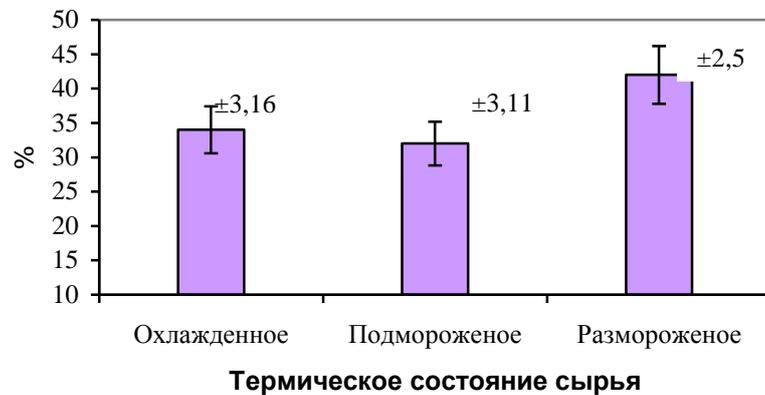


Рисунок 4.11 – Результаты определения потерь при термообработке в МЦБ с учетом термического состояния

Изменения гидрофильных свойств связаны с интенсивными агрегационными и денатурационными изменениями при глубокой холодильной обработке. Так, при хранении мяса в мороженом виде изменяется кислотность среды в мясе. Интервал между рН среды и изоэлектрической точкой белков уменьшается, гидрофильность белков понижается. При этом значения коэффициентов вариации данных показателей (таблица 4.6) в среднем не превышает 10%, что позволяет оценить изменчивость вариативного ряда как среднюю.

Таким образом, значение показателей ФТС мяса ЦБ с учетом термического состояния имеет тенденцию снижения при увеличении глубины холодильной обработки, что отвечает закономерностям, принятым в современной биотехнологии. При этом также отмечается средний уровень вариативности внутри отдельных групп, что может оказывать влияние на характер течения процессов гидратации и, как следствие, на качественные характеристики готовых продуктов. Необходимость учета данного фактора особенно актуальна для тех продуктов переработки, технология которых предполагает использование дефростированного мясного сырья.

Выводы по главе 4.

1. На основе результатов товароведной оценка качества МЦБ в Уральском регионе установлено, что существует доля тощих тушек ЦБ, на которую приходится 7-12% от вырабатываемой предприятиями партии; также отмечено, что для 80% продукции систематически прослеживаются такие дефекты как плохое снятие оперения и кровоизлияния.

2. При исследовании качества и функционально-технологических свойств МЦБ была выявлена неоднородность значений показателей с учетом морфологических особенностей, термического состояния мясного сырья и категории упитанности во взаимосвязи с территориальным размещением производства.

3. Анализ качества воды, используемой для производства ППМЦБ на предприятиях Уральского региона, показал, что критические отклонения с учетом требований к качеству воды отмечены по содержанию железа (превышение нормы в среднем в 1,5 раза) и общей жесткости (превышение нормы в среднем на 6%) и показателю общее микробное число.

4. Обеспечить стабильность качества и улучшение потребительских свойств готовых изделий из МЦБ в условиях информационной неопределенности качества сырья традиционными способами достаточно сложно, в связи с чем одним из путей решения этой задачи может быть применение эффектов ультразвукового воздействия при подготовке пищевых жидких сред в технологии ППМЦБ, что легло в основу научной гипотезы исследования.

На основании проведенных исследований была сформулирована **рабочая гипотеза** возможности применения эффектов ультразвукового воздействия в технологии производства продуктов переработки мяса цыплят-бройлеров, как средства минимизации рисков в условиях неопределенности качества исходного сырья. Последующие исследования в рамках данной гипотезы выстраивались с учетом решения задач улучшения потребительских свойств продуктов переработки мяса цыплят-бройлеров.

ГЛАВА 5. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭФФЕКТОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ СЫРЬЯ

По результатам исследований качества и ФТС МЦБ, представленных в главе 3 и главе 4 выявлено, что данное мясное сырье характеризуется не только низкими технологическими свойствами, но и имеет большой разброс значений (вариативность) по показателям, их определяющим. Как правило, в технологии производства ППМЦБ производители вынуждены применять различные функциональные добавки, которые способствуют влагоудержанию. Однако в условиях информационной неопределенности, когда технологические параметры исходного сырья постоянно изменяются, а количество корректирующих добавок остается фиксированным, эти меры не всегда достаточно эффективны и качество готовой продукции нестабильно.

Одним из альтернативных путей решения обозначенной проблемы в технологии ППМЦБ может стать применение эффектов кавитации для получения активированных жидких систем и их использование в процессе посола [111, 87].

5.1 Исследование влияния эффектов ультразвукового воздействия на показатели качества воды, используемой в технологии продуктов переработки мяса цыплят-бройлеров

Установление возможности интеграции УЗ обработки воды в технологию производства ППМЦБ на этапе подготовки пищевых жидких сред (рассолов), в рамках работы проводилось путем постановки серии рекогносцировочных экспериментов.

Для исследований применялся аппарат ультразвуковой технологической «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ (технические характеристики представлены в таблице 5.1). Принцип действия основан на использовании свойств ультразвуковых колебаний высокой интенсивности в жидких и жидкодисперсных средах.

Паспортный режим ультразвуковой кавитационной обработки следующий: 2 кВт с частотой $22 \pm 1,65$ кГц.

Таблица 5.1 – Технические характеристики УЗТА-0,4/22-ОМ

Наименование показателя	Значение
Частота механических колебаний, кГц	$22 \pm 1,65$
Максимальная потребляемая мощность, Вт	400
Диапазон регулирования мощности, %	30-100
Избыточное давление обрабатываемой среды, атм., не более	4

Образцы воды в объеме 250 мл обрабатывалась ультразвуком мощностью 120 Вт, 180 Вт, 240 Вт (соответственно 30%, 45% и 60% от номинальной мощности прибора), экспозиция от 1 до 5 мин с интервалом 2 мин. Результаты исследования представлены в таблице 5.2.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что значительных изменений показателя рН не отмечено. Для воды, обработанной УЗ мощностью 180 и 240 Вт снижение рН наиболее активно протекает в течение 1 и 3х минут, при 5-минутной обработке эти изменения несколько затухают. В среднем рН снижается на 0,22 – 0,27 ед в течение одной минуты обработки и на 0,06 – 0,08 ед – в течение 3х минут обработки, а после 5 минут обработки – лишь на 0,34 – 0,36 ед от контрольного значения.

Научно доказано, что в явлении кавитации отсутствует собственный механизм пространственного разделения ионов кроме снижения поверхностной плотности заряда и образования устойчивых ионных комплексов. Кроме того, кавитация представляет собой адиабатический процесс и термическая диссоциация воды, влекущая за собой увеличение рН, может протекать только внутри кавитационных пузырьков, объем которых ничтожно мал по сравнению с объемом воды [59, 60].

Таблица 5.2 – Усредненные результаты оценки воды, подвергнутой ультразвуковой обработке, с учетом мощности и длительности воздействия

Длительность УЗВ, мин	Мощность УЗВ, Вт	Температура, °С	pH	Жесткость общая, мг-экв/дм ³
1	120	29,7	7,68	6,8
	180	29,9	7,65	6,6
	240	33,5	7,63	6,4
3	120	32,2	7,60	6,6
	180	35,1	7,58	5,7
	240	37,2	7,57	5,4
5	120	37,2	7,57	6,4
	180	43,2	7,54	5,4
	240	48,4	7,54	5,2
Контроль		20,1	7,9	7,4

Результаты, представленные в таблице 5.2, получены с применением погружного ультразвукового аппарата «Волна» модель УЗГА-0,4/22-ОМ с объемом кюветы 250 мл.

Из представленных данных также видно, что УЗ обработка воды приводит к снижению значений показателя общей жесткости. При этом характер зависимостей общей жесткости от мощности воздействия УЗ несколько различен. Снижение общей жесткости наиболее активно происходит при обработке 1 и 3 минуты – в среднем на 20%, воздействие УЗ в течение 5 минут при указанных мощностях позволяет снизить значения этого показателя еще лишь на 5 – 7%. Снижение общей жесткости будет оказывать положительное влияние на растворимость сухих веществ при приготовлении жидких сред в технологии ППМЦБ.

Рассматривая воздействие УЗ обработки воды на значения общей жесткости в зависимости от мощности ультразвука, можно говорить о том, что эффекты снижения значений данного показателя наблюдаются в течение 1 минуты обработки. Интенсивность же снижения общей жесткости при обработке мощностью 120 Вт в течение 3 и 5 минут значительно уступает результатам обработки воды мощностью ультразвука 180 Вт и 240 Вт.

В УЗ подготовке воды применительно к процессу получения активированных жидких сред (рассолов) наибольшее значение имеет варьирование температурного фактора в сторону увеличения при изменении параметров обработки.

На рисунке 5.1 отражена зависимость повышения температуры от параметров экспозиции. При прохождении через жидкость ультразвука в ней возникает акустические эффекты, основанные на разрыве жидкости с образованием пустоты, в которую выделяются пузырьки растворенных в жидкости газов.

По данным рисунка 5.2 видно, что при длительности воздействия до одной минуты увеличение температуры протекает плавно в заданном диапазоне мощностей. При увеличении продолжительности воздействия в три раза увеличение температуры происходит в среднем на 20 %. Так, например, температура выросла от 29,7°С при 120 Вт и 1 минуте обработки до 32,2°С при 3 минутах и той же мощности. Вариация мощности воздействия оказывает меньшее влияние на температурный фактор: для 1 минуты обработки при различных мощностях колебания не превышают 3,8°С, при 3 минутах – 5°С. Резкий скачок отмечен при 5 минутах воздействия: от 37,2°С при 120 Вт до 48,4°С при 240 Вт.

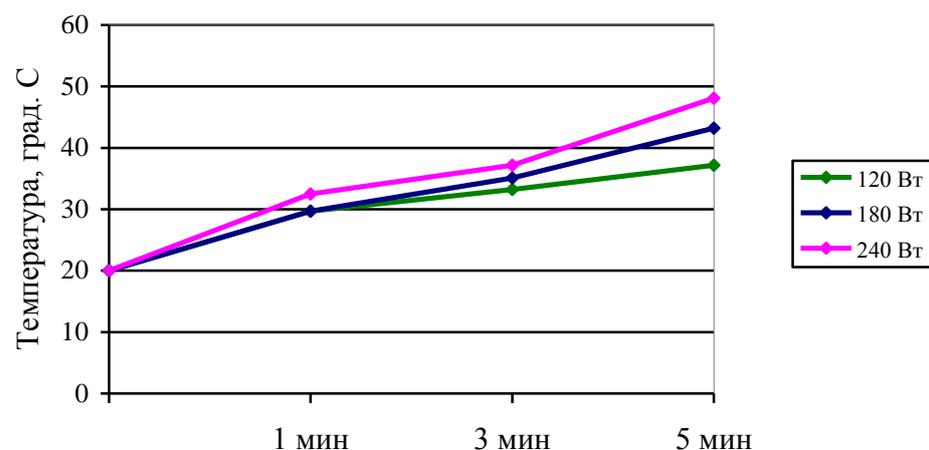


Рисунок 5.1 – Зависимость температуры воды от мощности и продолжительности УЗ воздействия

Согласно некоторым исследованиям [22, 25], зародышами кавитации могут быть так называемые бабстонные кластеры, то есть частицы, состоящие из газового пузырька и его ионной оболочки, самостоятельно существующей в воде. Звуковое облучение такого кластера стимулирует его рост до 50 нм либо приводит к образованию в воде полости.

Вследствие этого, наблюдаются временные изменения структуры воды, что способствует выделению энергии, о чем свидетельствует повышение температуры после кавитационной обработки.

Это также согласуется с исследованиями, проведенные Институтом химической физики им. Н.Н. Семенова РАН. Было отмечено, что спад магнитной индукции в дистиллированной воде, подвергнутой УЗВ, имеет двухкомпонентный спад. Они показали, что приобретает после сонохимической обработки двухкомпонентный характер. Такой двухкомпонентный спад спин-спиновой релаксации отчетливо наблюдается в течение 2...3 часов, что говорит о появлении в воде фазы с сильно отличающейся молекулярной подвижностью, которая существует достаточно продолжительное время. Это время релаксации приобретенной избыточной энергии, полученной водой от кавитации при УЗВ [4].

С одной стороны увеличение температуры обуславливает положительное воздействие на последующую растворимость поваренной соли при получении рассолов, однако с учетом термолабильности основных миофибриллярных белков, температура денатурации которых лежит в пределах 42–55°C, необходимо избегать локального нагрева. Кроме того, оптимальной температурой, рекомендованной технологической инструкцией по производству ППМЦБ, является диапазон от 4±2°C. Это обеспечивает оптимальные условия для экстракции белка [48].

В связи с этим для УЗ подготовки воды в технологии ППМЦБ целесообразно ограничить время воздействия 3-ми минутами. Данные получены для УЗ аппарата «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ с объемом кюветы 250 мл. Для масштабирования полученных результатов необходимо применить положения теории подобия кавитационных реакторов, разработанной

Шестаковым С.Д. [127, 128].

Известно, что кавитационно дезинтегрированная вода, даже оставаясь холодной, на определенное время приобретает некоторые свойства, присущие воде вблизи температуры кипения. Она становится сильным растворителем и способна интенсивно вступать в реакции гидратации, но, в отличие от кипящей воды, не способна денатурировать биополимеры. [123 –126]

Проведенные ранее нами исследования в совокупности с изучением вопроса водообеспечения в Уральском регионе в целом позволили выявить проблему микробиологического загрязнения воды. При этом, в литературных источниках имеется достаточно большое количество подтверждений обеззараживающего эффекта ультразвукового воздействия на жидкие среды, в том числе воду.

Согласно данным [81], гибель микроорганизмов в жидкой среде под воздействием ультразвука, происходит преимущественно вследствие разрушения клеточных оболочек вторичным звуком.

Установлено также, что существует пороговая сила вторичного звука, ниже которой гибель микроорганизмов не происходит, а напротив, наблюдается механическое разделение скопления микроорганизмов с образованием новых жизнеспособных клеток [46, 81].

Исследования показывают, что летальный порог ультразвукового воздействия различен для различных микроорганизмов разной формы и прочности их оболочки. Известно, что палочковые и жгутиковые бактерии погибают в акустическом поле вероятнее, чем кокковые [134].

Это также связано с разницей предельных механических напряжений, возникающих в оболочках под воздействием их деформации, возникающей вместе с деформацией среды, через которую распространяется возмущение давления.

Не исключены и другие механизмы ультразвуковой дезинтеграции. Так, известна гипотеза о возможности разрушения материалов расклинивающим давлением жидкости, загнанной в микрорельеф границы раздела в фазе повышенного давления после перехода процесса в фазу пониженного давления

(эффект Паултера).

Известна гипотеза об участии в разрушении материалов высокоактивных одно- и двухвалентных гидроксильных радикалов (эффект Тейлора), образующихся в результате кавитолиза воды [81, 134, 178]. Здесь механизмы, позволяющие достигнуть результата, могут носить чисто химический характер. В стерилизации это может быть известное обеззараживающее действие гидроксильных ионов и перекиси водорода.

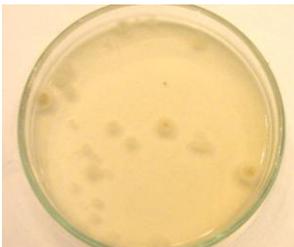
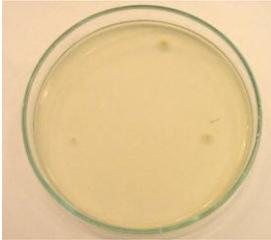
Но, так или иначе, исключительную роль в возникновении и действии всех этих эффектов играет наличие механических сил, связанных с возникновением ударных волн в результате схлопывания кавитационных пузырьков, то есть акустического поля кавитации или вторичного звука.

В качестве наиболее эффективных режимов обеззараживания в литературных источниках указываются: частота выше 20 кГц мощность более 150 Вт. Относительно времени ультразвукового воздействия данные, представленные в литературе, характеризуются значительной диапазоном, в среднем от 2 до 10 мин [134].

В связи с чем, нами была проведена серия экспериментов по изучению влияния ультразвуковой обработки на значение показателя общее микробное число воды. Образцы воды обрабатывались ультразвуком в режимах: частота 22 кГц, мощность 180 и 240 Вт, экспозиция 3 мин.

Результаты проведенных исследований для водопроводной воды наглядно представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Результаты определения общего микробного числа в исследуемых образцах воды до и после УЗ обработки

Образец	контроль	УЗ 180 Вт, 3 мин	УЗ 240 Вт, 3 мин
КОЕ в 1 мл продукта			
	37	29	6

Результаты проведенных исследований показали, что обработка ультразвуком мощностью 180 Вт в течение 3 мин позволила несколько снизить значение общего микробного числа, однако такой режим нельзя признать эффективным.

Увеличение мощности, как и экспозиции ультразвукового воздействия, позволило значительно снизить ОМЧ.

В целом же ультразвуковая обработка в режимах воздействия мощности 240 Вт в течение 3 мин позволила снизить значения ОМЧ воды в 6 раз.

Общие полиформные бактерии, колифаги, споры сульфитредуцирующих бактерий и цисты ляблий в обработанной УЗ воде отсутствуют.

В рамках заключения по результатам исследования влияния ультразвукового воздействия на протекание процесса водоподготовки можно вынести следующее:

– ультразвуковая обработка воды в режимах: частота 22 кГц, мощность 240 Вт, экспозиция 3 мин позволяет достичь наиболее выраженного влияния на ее показатели качества:

- жесткость снижается на 14 – 22 % от первоначального значения;
- рН снижается в среднем на 0,28 – 0,35 ед;
- содержание железа снижается в среднем на 23 – 30%;

– установлена эффективность использования ультразвуковой кавитации для обеззараживания воды; воздействие в режимах 22 кГц, мощность 240 Вт, экспозиция 3 мин привело к снижению ОМЧ в 6 раз.

Данные получены для УЗ аппарата «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ с объемом кюветы 250 мл. Для масштабирования полученных результатов необходимо применить положения теории подобия кавитационных реакторов, разработанной Шестаковым С.Д. [127, 128].

Совокупный анализ полученных результатов позволил установить в качестве наиболее оптимального, следующие параметры УЗВ: обработку длительностью до 3 мин при мощности 120–240 Вт, частоте колебаний 22кГц.

Таким образом, установлено, что вода в результате УЗВ претерпевает структурные изменения, за счет чего ее можно использовать как управляющий

фактор для прогнозирования и безреагентного моделирования ФТС мясных систем на ее основе, снижения микробного числа при хранении готовых продуктов, улучшению их потребительских свойств, в том числе повышению экологичности.

5.2 Исследование влияния эффектов ультразвукового воздействия на свойства мясного сырья

5.2.1 Физико-химические превращения форм связей воды в мясе цыплят-бройлеров под воздействием эффектов ультразвукового воздействия

Основные качественные показатели готовых изделий зависят от соотношения доли прочно- и слабосвязанной влаги. Самая прочная непосредственная связь воды с биополимерами возникает в результате реакции гидратации, при которой молекула воды присоединяется к гидрофильной группе (активному центру) биомакромолекулы посредством водородной связи. Активными центрами биомакромолекул являются их полярные группы: гидроксильные -ОН, аминные -NH₂ и карбоксильные -COOH. Гидратационно связанная влага становится уже не водой как самостоятельным химическим веществом, а неотъемлемой частью биополимерной структуры мяса[23].

Классические методы определения общего содержания влаги, влагоудерживающей и водосвязывающей способности позволяют констатировать баланс влажностных характеристик исследуемого объекта. Динамика же процесса формирования искомой картины перераспределения влаги в готовом продукте доступна термогравиметрическому анализу [16].

Использование этого метода приобретает особую значимость для исследования влияния эффектов кавитации на процесс посола МЦБ активированными жидкими средами. С целью изучения полной сравнительной характеристики сложного комплекса физико-химических превращений, при термической обработке фаршей из МЦБ, нами был проведён термогравиметрический анализ контрольного и опытного образца.

Контрольные образцы готовили по традиционной технологии, с добавлением питьевой воды; опытные образцы – на основе активированных жидких сред.

Термогравиметрический анализ проводили масс-спектрометрическим анализатором летучих продуктов термического разложения жидких материалов с помощью Netzch STA 449 «Jupiter» при температурах от 20°C до 400°C, с погрешностью $\pm 1,5$ % по температуре, ± 3 % по энтальпии, ± 2 % по теплоемкости. Масса образцов варьировала в интервале 430-440мг.

Исследование скорости процесса уноса влаги и изменения массы, отраженные соответствующими линиями DTG, говорят о явном различии изгиба кривых. Кинетические кривые отдачи влаги компонентами объектов эксперимента, позволяют установить не только теплофизические характеристики исследуемых материалов, но и описать физико-химические процессы в структуре мяса (таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Показатели физико-химических превращений фаршей из МЦБ при их термогравиметрическом исследовании

Наименование показателя	Значение показателя	
	опыт	контроль
Температура начала изменения массы, °C	61	72
Температура начала удаления связанной влаги, °C	98	88
Температура наибольшей скорости дегидратации, °C	145	137
Температура в максимуме эндозффекта, °C	160	155

*Среднеквадратичное отклонение составляет не более $\pm 2,5$ % от абсолютных значений показателей, представленных в таблице

При сравнительном анализе кривых распределения термогравиметрического анализа (рисунки 5.2 и 5.3) установлено, что начало изменения массы опытного образца, выработанного на основе активированного рассола, находится в области температур на 11°C выше, чем для контрольного образца. Такая разница начала процесса удаления свободной влаги свидетельствует о более сильной энергии ее связи, характеризующейся

выраженным эндоэффектом по энтальпии (ось DSC). Для преодоления сил сцепления диполей воды, удерживаемых в этих системах, требуется больше тепловой энергии, подводимой к образцам, приготовленных на основе активированных рассолов.

Полученные данные хорошо согласуются с теорией надтепловой кавитационной дезинтеграции воды в составе рассолов, за счет чего увеличивается энергии связи ее диполей с полярными центрами молекул аминокислот. Таким образом, увеличивается энергия связи и формируется плотная гидратная оболочка.

Процесс удаления осмотически и адсорбционно связанной влаги в образце с использованием активированного рассола начинается при 98 °С. Кинетика испарения воды для контрольных образцов иная. Температура начала удаления связанной влаги из таких образцов равна 88°С и является наименьшей. Из этого следует, что для контрольных образцов энергия связи такой влаги с белковыми структурами, определяющая начало ее удаления при более низких температурах, наименьшая. Более прочно связанная влага испаряется при подводе дополнительной тепловой энергии, способной преодолеть силы сцепления гидратной оболочки, так как связанная вода является неотъемлемой частью белков. Она естественным образом увеличивает массу белка, поскольку соединяется с ним, благодаря действию механизмов аналогичных тем, которые имеют место в живой природе в процессе его синтеза и почти настолько же прочно, насколько прочны в белке связи, формирующие его структуру. Отражение процесса изменения структуры белка можно видеть на термограммах.

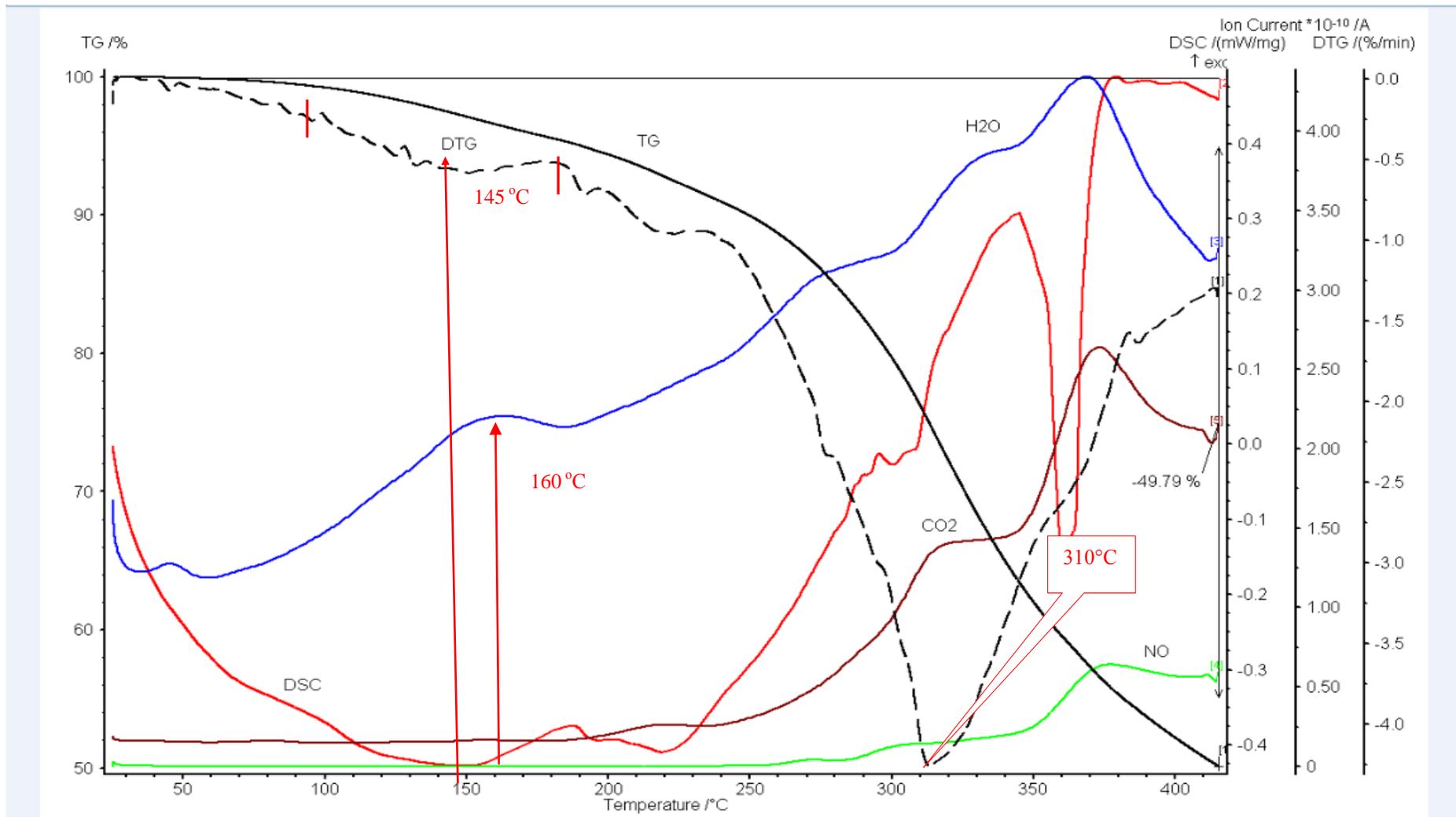


Рисунок 5.2 – Кривые распределения термогравиметрического анализа образцов опытных фаршей из мяса ЦБ, приготовленных с применением эффектов кавитации

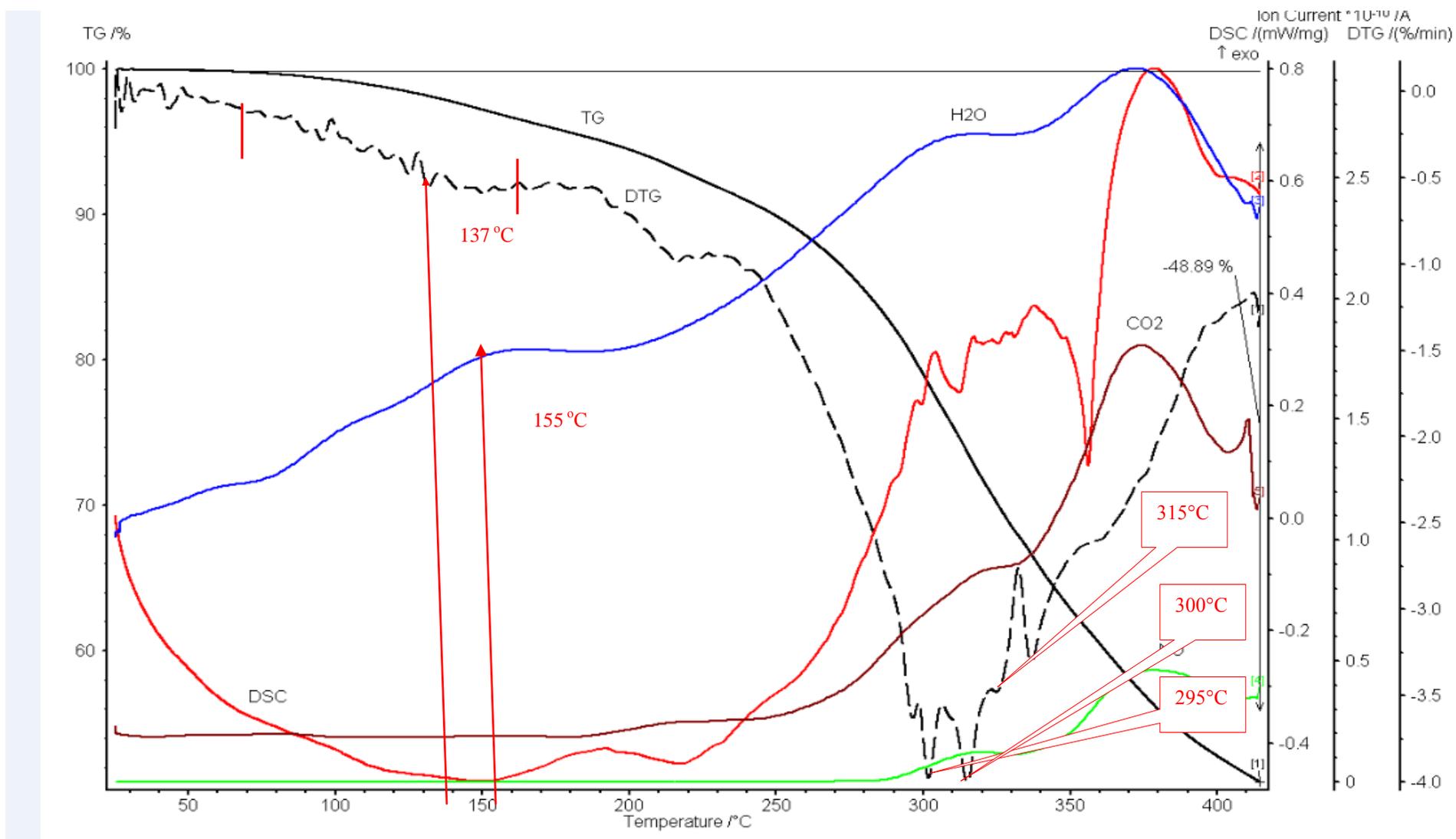


Рисунок 5.3 – Кривые распределения термогравиметрического анализа контрольных образцов фарша из мяса ЦБ

Линия DTG контрольных образцов имеет три характерных излома при температурах 295, 300, 315°C, что также зафиксировано масс-спектрометром по кривым CO₂ и NO. При этом кривая DTG нагревания опытных образцов отображает плавное течение процесса с пиков в точке 310°C, то есть за счет увеличения массы белка, он сгорает медленнее и равномернее.

При кавитации в воде генерируются гигантские импульсы давления, вызывающие соответствующие ее деформации, которые распространяются в ней со скоростью звука. Трансформация потенциальной энергии этих деформаций реализует надтепловой механизм разрушения молекулярных ассоциатов при этом лишь вода переходит в термодинамически неравновесное состояние, а растворенная в ней поваренная соль полностью диссоциирует на ионы, которые будут иммобилизованы полярными мономолекулами воды либо прочно связаны в образующихся сольватных оболочках белка [118].

Если до начала процесса релаксации неравновесного состояния воду смешать с измельченной биомассой, содержащей животный или растительный белок, то произойдет интенсивная реакция гидратации, превращающая воду в составную часть структуры белка и увеличивающая тем самым его массу [124, 11, 62].

Оценить изменение уровня гидратации белковых структур мяса птицы под действием эффекта кавитации также можно по методике, предложенной проф. А. Фишером (Университет Хоэнхайм, Германия) [142, 143, 144].

Данная методика представляет собой контроль потерь массы фаршем при термообработке при температурах, близких к температуре кипения. Суть метода состоит в том, что воду, имеющую различные формы связи с биомассой исследуемого образца, приводят в термодинамическое равновесие с ее насыщенным паром при атмосферном давлении. При этом считают, что вода, объемная концентрация которой в образце стала равной концентрации ее в окружающем насыщенном паре – это свободная вода, соответственно, остальная – связанная. Термические потери *i*-тым образцом в процентах массы в каждой партии определяли по формуле (6):

$$L_i = \frac{M_i - m_i}{M_i - \mu_i} \times 100 \quad (6)$$

где: M_i , m_i ; — массы образцов пробы в пробирках до термообработки и после, соответственно; μ_i — массы пробирок.

Нами были рассчитаны значения показателя Δ , который отражает содержание (%) гидратационно и капиллярно связанной влаги в образцах фаршей, полученных с использованием активированных жидких сред, относительно контрольных (таблица 5.5).

Таблица 5.5 – Потери массы фаршем из МЦБ при тепловой обработке в зависимости от его термического состояния

Номер образца	Значение параметра Δ , %		
	Охлажденное	Подмороженное	Размороженное
1	3,0	4,5	2,4
2	5,75	3,8	3,7
3	4,2	3,92	4,2
4	5,93	3,4	4,88
5	5,8	3,5	5,7
6	2,1	2,5	4,2
7	3,3	5,1	5,9
8	2,2	4,42	3,45
9	2,0	4,1	4,55
10	4,15	5,1	5,0

Изменение уровня гидратации белков опытных образцов фаршей из мяса ЦБ по отношению к контрольным представлено на рисунке 5.4.

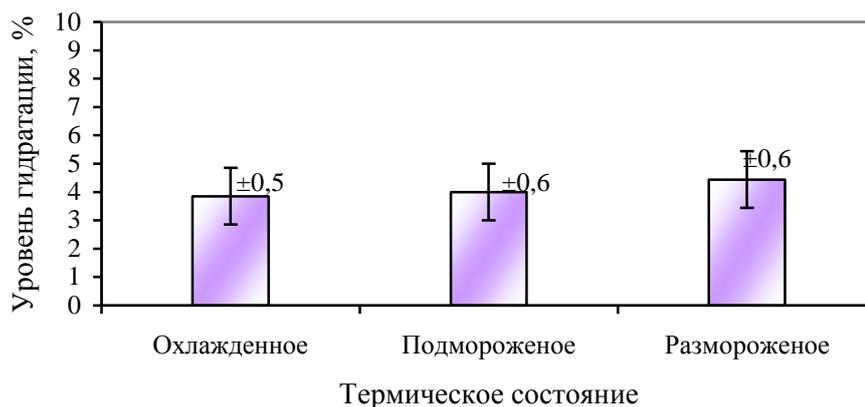


Рисунок 5.4 – Изменение уровня гидратации белков опытных образцов фаршей из мяса ЦБ по отношению к контрольным

Из рисунка 5.4 видно, что использование кавитационного воздействия для приготовления посолочных смесей позволяет сократить термопотери массы в среднем на 4–5% (при мощности от 120 до 240 Вт и продолжительности воздействия от 1 до 3 мин) для мясного сырья различного термического состояния. Положительная динамика для фаршей на основе МЦБ, изготовленных из размороженного сырья, обладающего наиболее низкими функционально-технологическими свойствами, что, вероятно, связано с механическим повреждением клеток кристаллами льда, представляет особый интерес для наших исследований.

5.2.2 Исследование кинетических закономерностей посола мяса цыплят-бройлеров с использованием активированных жидких сред

В рамках данной работы, был изучен характер проникновения кавитационно активированных рассолов в мышечную ткань мяса птицы в стационарном режиме.

Ниже приведены результаты исследования и сравнительный анализ характера распределения посолочных веществ в грудной и бедренной мышце цыпленка-бройлера. Для проведения эксперимента были использованы

рекомендации Борисенко Л.А. и Борисенко А.А. применительно к мясным продуктам [13].

Из кускового сырья выделяли два образца кубической формы по 225 г каждый, заливали в соотношении 1:1 16%-ными рассолами, приготовленными на основе кавитационно активированной (опыт) и питьевой воды (контроль).

По истечении 24 часов отбирали пробы из поверхностного (точка 1 и 1' рисунок 5.5), промежуточного (точка 2 и 2' рисунок 5.5) и центрального слоев (точка 3 рисунок 5.5) каждого образца для установления концентрации поваренной соли. Результаты (рисунок 5.5) свидетельствуют о том, что характер проникновения NaCl зависит от вида мясного сырья и свойств рассолов.

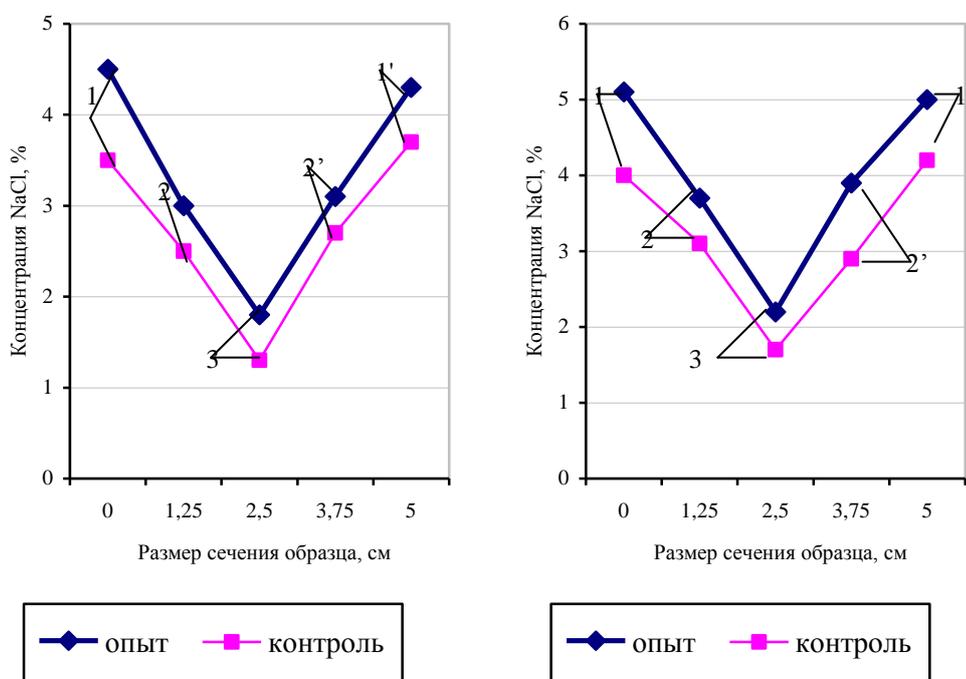


Рисунок 5.5 – Накопление поваренной соли в мясе цыпленка-бройлера в зависимости от вида рассола: а– грудная мышца, б – бедренная мышца.

При применении кавитационно активированных жидких сред (опыт) отмечается наибольшая степень накопления поваренной соли в мясном сырье.

Такой результат может быть объяснен описанными ранее эффектами ультразвукового воздействия, проявляющимися в жидких средах, в том числе способностью ультразвука повышать растворяющую и экстракционную способность воды в составе активированных жидких сред и как следствие

катализировать диффузию соли в систему пор и капилляров, пронизывающих ткани. Так, концентрация соли в поверхностном слое грудных мышц составила 4,3–4,5% (точки 1 и 1' рисунок 5.5), в промежуточном слое 3,0–3,1% (точки 2 и 2'), в центральном слое 1,8%, что выше контроля на 1%, 0,5% и 0,5% соответственно.

В условиях перемешивания основное сопротивление диффузионному потоку в рассоле оказывает диффузионный пограничный слой, лежащий на границе раздела системы. Ускорение движения рассола и переход от ламинарного потока к турбулентному влечет за собой уменьшение толщины пограничного слоя и, как следствие, увеличение скорости процесса.

Согласно исследований, проведенных Шестаковым С.Д., на процесс растворения оказывает влияние знакопеременное звуковое давление, которое способствует проникновению жидкости в трещины и капилляры. Также ультразвук с большой интенсивностью вызывает звуковой ветер, быстрые течения и образует кавитационные эффекты в совокупности определяющие ускорение процесса растворения.

Воздействие ультразвука на жидкую среду позволяет снизить значение динамической вязкости полярных жидкостей; одновременно увеличиваются в размерах микротрещины и поры, образующие твердую фазу за счет турбулизации микропотоков [127, 128].

Таким образом, результаты исследований показывают, что использование кавитационно активированных рассолов для посола крупнокусковых мясopодуKтов и фаршей способствует увеличению физико-химических и биохимических показателей процесса посола, что может быть использовано для интенсификации технологического процесса и, как следствие, улучшения потребительских свойств готовых продуктов, а также повышения их выхода.

5.3 Обоснование оптимальных режимов получения активированных жидких сред на основе эффектов ультразвукового воздействия

На данном этапе исследования было произведен поиск наиболее оптимальных режимов УЗ воздействия при получении активированных жидких сред (рассолов) для достижения максимальных эффектов.

Для приготовления жидких активированных сред (рассолов) вода обрабатывалась УЗ разной мощности 120, 180, 240 Вт и длительности воздействия 1; 2; 3 мин, что было обосновано выше. Рассолы (соль:вода в соотношении 1:3) готовили 3-мя способами:

Первый способ – обработка воды в УЗ реакторе и смешивание с заданным количеством соли;

Второй способ – получение рассола заданной концентрации, и обработка смеси в УЗ реакторе.

Третий способ – двухэтапная обработка: обработка воды в УЗ реакторе и смешивание с заданным количеством соли и последующая вторичная УЗ обработка готового рассола.

Результаты исследования, отражающие зависимость рН и степени диссоциации NaCl в рассолах от времени, мощности УЗ воздействия и способа приготовления рассола представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Зависимость рН и степени диссоциации NaCl в рассолах от времени, мощности УЗ воздействия и способа приготовления рассола

Мощность УЗВ, Вт	Длительность УЗВ, мин	Концентрация сухих веществ, %		
		Способ I вода(УЗ)+соль	Способ II вода+соль=УЗ	Способ III (вод (УЗ)+соль)=УЗ
120	1	26,7±0,1	27,2±0,1	27,7±0,1
	2	27,4±0,1	27,7±0,1	27,9±0,1
	3	28,1±0,1	28,9±0,1	29,0±0,1
180	1	28,8±0,1	29,0±0,1	29,5±0,1
	2	29,1±0,1	29,2±0,1	29,5±0,1
	3	29,3±0,1	29,5±0,1	29,5±0,1
240	1	29,0±0,1	29,1±0,1	29,5±0,1
	2	29,3±0,1	29,5±0,1	29,5±0,1
	3	29,3±0,1	29,7±0,1	29,7±0,1
Контроль		26,0±0,1+осадок		

При втором и третьем способе приготовления рассолов наблюдалось более высокая растворимость соли (массовая доля сухих веществ составила $98,9 \pm 0,5\%$) по отношению к первому (массовая доля сухих веществ составляла $94,1 \pm 0,3\%$). Это объясняется тем, что при одних и тех же амплитудах звукового давления в растворах электролитов значение кавитационной мощности выше, чем в воде, так как на границе раздела фаз при озвучивании гетерогенной системы возникают зоны сжатия и разрежения. Это определяет более высокую растворимость поваренной соли при обработке готового рассола. [4,11]

Избыточное давление, создаваемое ультразвуковой волной, накладывается на постоянное гидростатическое давление и суммарно может составлять несколько атмосфер. В фазу разрежения во всем объеме жидкости, особенно у границ раздела фаз, в местах, где имеются пузырьки газа и мельчайшие твердые частицы, образуются полости. При повторном сжатии кавитационные пузырьки захлопываются, развивая давление до сотен атмосфер. Образуется ударная волна высокой интенсивности, которая приводит к механическому разрушению твердых частиц.

Это согласуется с результатами исследования дисперсного состава рассолов методом лазерного динамического светорассеивания, с помощью которого были получены гистограммы дисперсного состава исследуемых образцов рассолов (рисунок 5.6).

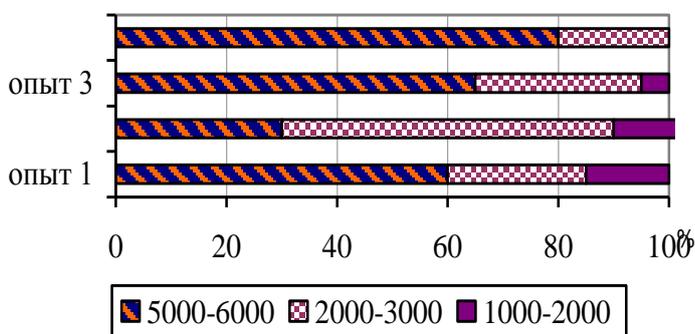


Рисунок 5.6 – Результаты определения дисперсного состава образцов рассолов, в % с учетом размерных рядов частиц (нм)

Полученные результаты свидетельствуют о выраженном влиянии ультразвукового воздействия на дисперсный состав рассолов. Как видно из рисунка соотношение дисперсных частиц по размерам подвержено значительным изменениям. Для рассола, полученного первым способом (опыт 1) характерно присутствие дисперсных частиц, размер которых составляет 5000–6000 нм и 2000–3000 нм, второй способ получения рассолов (опыт 2), позволяет получить частицы, размер которых лежит в диапазоне от 1000 до 3000 нм, в контрольном образце преобладают частицы более крупных размеров – до 6000 нм.

Для образца полученного 2х кратным озвучиванием (опыт 3) размер дисперсных частиц находился в диапазоне значений 1000 – 6000 нм, с преобладанием частиц размером 5000 и 6000 нм. Т.е. двукратное озвучивание привело к протеканию двух процессов: дальнейшее измельчение частиц и агломерация. Такой эффект может быть связан со способностью ультразвука в некоторых режимах вызывать агломерацию дисперсных частиц.

Известно, что изотермически увеличивая растворяющую способность воды в составе жидких систем для производства мясопродуктов за счет физико-химического действия ультразвука, можно усилить гидратацию биополимеров мяса (главным образом, белков) и восполнить частично утраченную им при хранении и первичной переработке природную влагу, а также скорректировать ФТС.

На основании полученных экспериментальных данных для приготовления рассолов в дальнейших исследованиях был использован второй способ как наиболее эффективный.

В качестве критерия, определяющего эффективность режима УЗ обработка для улучшения показателя ФТС МЦБ, был определен уровень гидратации белков, рассчитанный по методике Фишера, так как в основе процесса связывания и удерживания влаги мясным сырьем лежит реакция гидратации.

Фарши готовили на решетках с диаметром 5 мм; рассолы вводили в количестве 30% к массе мясного сырья.

Для определения оптимального режима обработки с учетом термического состояния МЦБ был проведен двухфакторный анализ. В качестве переменных факторов были выбраны мощность и продолжительность ультразвукового воздействия. Матрица планирования эксперимента представлена в таблице 5.7.

Реализация плана двухфакторного эксперимента и статистическая обработка данных позволили получить адекватные изучаемому процессу поверхности отклика (рисунок 5.7).

Таблица 5.7 – План проведения эксперимента

Уровни	Входные параметры		Выходные параметры		
	мощность, Вт	экспозиция, мин			
Основной 0	180	2	Охлажденное мясо ЦБ	Подмороженное мясо ЦБ	Дефростированно е мясо ЦБ
Верхний +	240	3			
Нижний –	120	1			
Интервал варьирования	60	1			
Сочетание факторов					
1	–	–			
2	+	–			
3	0	–			
4	–	+			
5	+	+			
6	0	+			
7	–	0			
8	+	0			
9	0	0			

Для образцов фаршей из охлажденного МЦБ показатель уровня гидратации изменяется от 2,3% при 120Вт, 1 мин до 7,4% при 180Вт, 2 мин. Для фаршей из подмороженного МЦБ – от 2% при 120Вт, 1 мин до 6,8% при 180Вт, 3 мин. Для фаршей из дефростированного МЦБ – от 1,7% при 120Вт, 1 мин до 7% при 180 Вт, 2 мин.

Таким образом, наибольшее значение уровня гидратации в зависимости от термического состояния сырья отмечены при следующих экспозициях:

- охлажденное сырье – 186 Вт, 1,8 мин;
- подмороженное сырье – 180 Вт, 2,1 мин;
- дефростированное сырье – 173 Вт, 2,3 ми

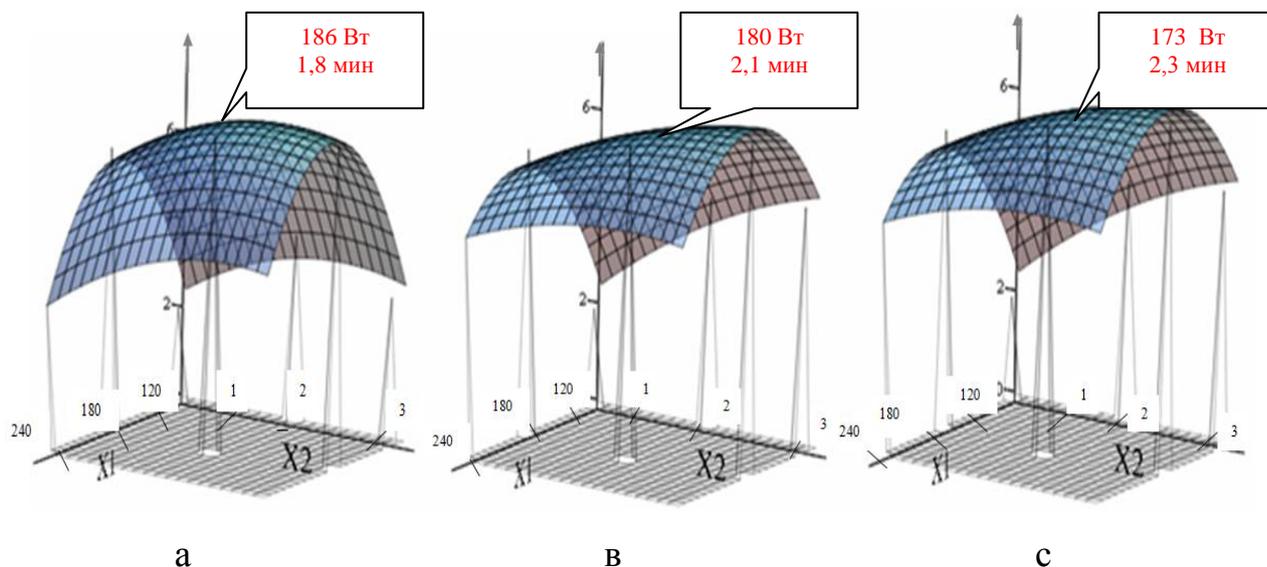


Рисунок 5.7 – Зависимость показателей уровня гидратации белков МЦБ от мощности и длительности УЗ воздействия для фаршей из охлажденного (а), подмороженного (в) и дефростированного (с) сырья (X1 – мощность, Вт, X2 – время, мин)

Данные получены для УЗ аппарата «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ с объемом кюветы 250 мл. Для масштабирования полученных результатов необходимо применить положения теории подобия кавитационных реакторов, разработанной Шестаковым С.Д. [127, 128].

Наивысшие значения уровня гидратации указывают на предпочтительность практического использования исследуемых параметров с учетом возможностей УЗ реактора «Волна» УЗТА-0,4/22-ОМ в диапазоне:

- охлажденное сырье – 180 Вт, 1,8 мин;
- подмороженное сырье – 180 Вт, 2,1 мин;
- дефростированное сырье – 180 Вт, 2,3 мин.

Установленные режимы УЗ воздействия могут быть использованы для получения жидких пищевых сред (рассолов) в технологии производства различных видов ППМЦБ, в том числе патрульных и рубленых полуфабрикатов с учетом термического состояния сырья.

Учитывая, что уровень гидратации белков МЦБ тесно взаимосвязан с его ФТС, исследование влияния эффектов кавитации на их корректировку при

снижении количества функциональных добавок составляет определенный интерес для изучения как способа улучшения потребительских свойств готовых продуктов

5.4 Исследование влияния эффектов ультразвукового воздействия на функционально-технологические свойства мяса цыплят-бройлеров в технологии продуктов его переработки

5.4.1 Исследование влияния эффектов ультразвукового воздействия на функционально-технологические свойства мяса цыплят-бройлеров в технологии натуральных полуфабрикатов

На основе результатов предыдущих этапов исследования, можно предположить, что применение приготовленных под воздействием кавитации рассолов в технологии полуфабрикатов из МЦБ должно позволить:

- повысить степень гидратации белков и тем самым расширить сырьевую базу за счет переработки ЦБ 2-ой категории качества, а также создать базовые условия для корректировки ФТС мяса ЦБ в условиях информационной неопределенности его качества;

- увеличить выход готового продукта и сократить содержание влагоудерживающих добавок;

- ускорить проникновение посолочных веществ в мясное сырье и способствовать экстрагированию из него водо- и солерастворимых белков, тем самым интенсифицировать технологический процесс.

В связи с вышеизложенным материалом, в задачи исследования на данном этапе входило изучение возможности встраивания УЗВ в технологию производства натуральных полуфабрикатов из МЦБ 2-ой категории качества на этапе подготовки рассолов для инъектирования.

В качестве посолочных веществ в традиционной рецептуре цельнокусковых натуральных полуфабрикатов из мяса ЦБ используют, многокомпонентную добавку «Оптигارد Чикен Фреш Плюс» (ТУ 9199-036-54899698-08), в составе которой включены антиокислители (Е 331, Е 500, Е262), полифосфат (Е 450), соль поваренная пищевая. Добавка позволяет повысить гидратационные свойства

сырья и обеспечить стабильность при хранении. Согласно традиционной рецептуры предусмотренное количество внесения добавки для мясокостного мясного сырья составляет 1,5 кг на 100 кг мясного сырья. Количество добавляемой технологической воды составляет 28,0 кг.

Так как технологические функции фосфатных препаратов по связыванию и удерживанию влаги в продукте могут быть частично решены за счет использования УЗВ, было произведено моделирование традиционной рецептуры многокомпонентного рассола с учетом требований к ФТС и формирования необходимых органолептических показателей в готовом продукте.

Для опытных образцов 1, 2, 3, полученных с применением УЗ воздействия в подготовке рассолов, содержание комплексной добавки было уменьшено от традиционной рецептуры на 25%, 50% и 75% соответственно. Схема процесса моделирования шприцовочного рассола представлена на рисунке 5.8.

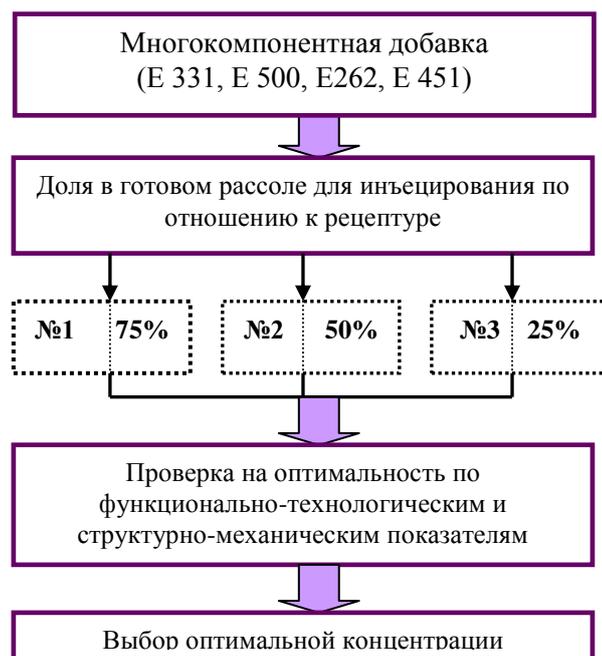


Рисунок 5.8 – Схема процесса моделирования количества многокомпонентной функциональной добавки в рассолах для инъектирования, приготовленного на основе УЗВ

На данном этапе работы в качестве объекта исследований были выбраны охлажденные натуральные мясокостные полуфабрикаты из ЦБ (грудка и бедро). Посол МЦБ проводили методом инъектирования с последующим выдерживанием

образцов при температуре (2-4)°С в течении 4 часов. Количество вводимого рассола составляло 30 % к массе сырья.

Для проведения сравнительного анализа была произведена выработка контрольного образца с использованием стандартной рецептуры рассола на питьевой воде (без использования УЗВ).

Оценка готового продукта (таблица 5.8) показала, что наилучшие органолептические показатели имеют полуфабрикаты ЦБ, выработанные по рецептуре №2, для которых доля комплексной добавки была уменьшена вдвое. Данные образцы получили наивысший балл – 7,8 грудка и 8,0 бедро.

Таблица 5.8 – Результаты оценки оптимальности показателей натуральных полуфабрикатов из МЦБ

Показатель	Контроль		Опытные образцы					
			№1		№2		№3	
	грудка	бедро	грудка	бедро	грудка	бедро	грудка	бедро
ВУС, %	63,0±0,15	64,1±0,21	72,3±0,25	73,0±0,17	69,0±0,11	70,0±0,23	61,8±0,82	62,5±0,52
Выход, %	98,2±0,5	99,5±0,20	105,0±0,2	105,0±0,3	102,0±0,25	102,2±0,3	95,2±0,1	97,0±0,20
Усилие резания, Н/мм	0,15	0,4	0,15	0,14	0,14	0,13	0,14	0,13
Органолептическая оценка, балл	7,5	7,7	7,5	7,7	7,8	8,2	7,0	7,2

Хорошие органолептические свойства сочетаются с высокими значениями показателями структурно-механических функционально-технологических показателей, которые в свою очередь обуславливают нежную консистенцию мяса и его сочность. Кроме того, в этой группе был получен достаточно высокий выход готового продукта, который составил 102%. Для образцов №1 также отмечены высокие показатели выхода (105%) и ВУС (на 3% выше, чем для образцов №2). Однако пороки консистенции (резиноподобная консистенция) образцов №1 отрицательно повлияли на результаты органолептического анализа.

Суммарный балл составил 7,5 грудка и 7,7 бедро. Третья группа опытных (рецептура №3) образцов отличалась низкими показателями выхода – на 3% меньше контрольного и не получила высоких оценок при проведении дегустационного анализа.

Обильное выделение влаги при термической обработке и низкий выход продукта в третьей группе экспериментальных образцов может быть связан с ограниченной доступностью белков в не разрушенных миофибриллах мышечных волокон. Поэтому при производстве цельнокусковых полуфабрикатов рекомендуют использовать механическую обработку.

С целью достижения максимальной эффективности посола полуфабрикатов из МЦБ, выработанных на основе УЗ подготовки рассолов, для третьей группы контрольных образцов полуфабрикатов было проведено массирование в течении 2 часов при 15 об/мин. Данный режим является часто используемым в практике в технологии натуральных полуфабрикатов из МЦБ.

Экспериментально установлено, что применение механического воздействия и активированных жидких систем для натуральных полуфабрикатов из МЦБ позволяет получить наивысшие показатели ФТС из экспериментально полученных и максимально улучшить их по отношению к контрольным (таблица 5.9).

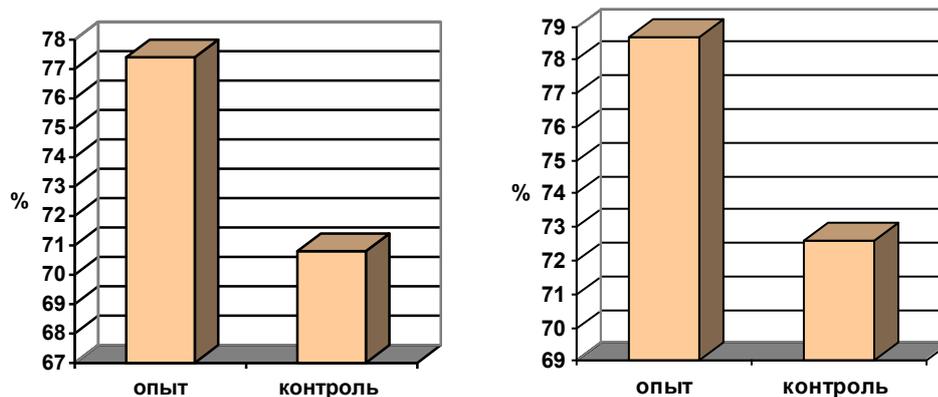
Таблица 5.9 – Технологические свойства натуральных полуфабрикатов из МЦБ, полученных по рецептуре №3

Вид мышечной ткани	Грудка ЦБ	Бедро ЦБ
	ВУС, %	
Опыт	77,4±0,1	78,7±0,3
Контроль	70,8±0,2	72,6±0,4
	Выход, %	
Опыт	105±0,5	105±0,5
Контроль	100±0,5	101±0,5
	Органолептическая оценка, балл	
Опыт	8,5	8,8
Контроль	7,8	8,0

Механическая обработка способствует разволокнению и разрыхлению грубых мышечных волокон, что увеличивает проницаемость кавитационно дезинтергрированной воды в составе посолочной смеси, обеспечивая высокий уровень гидратации сырья, более высокий выход и сочность готового продукта.

При этом именно сочность, по мнению большинства потребителей, требует корректировки.

Так, для бедра ЦБ показатель ВУС составляет $78,7 \pm 0,3\%$; для грудки ЦБ – $77,4 \pm 0,1\%$, что превышает значения контрольных на 6,1 и 6,6% соответственно (рисунок 5.9).

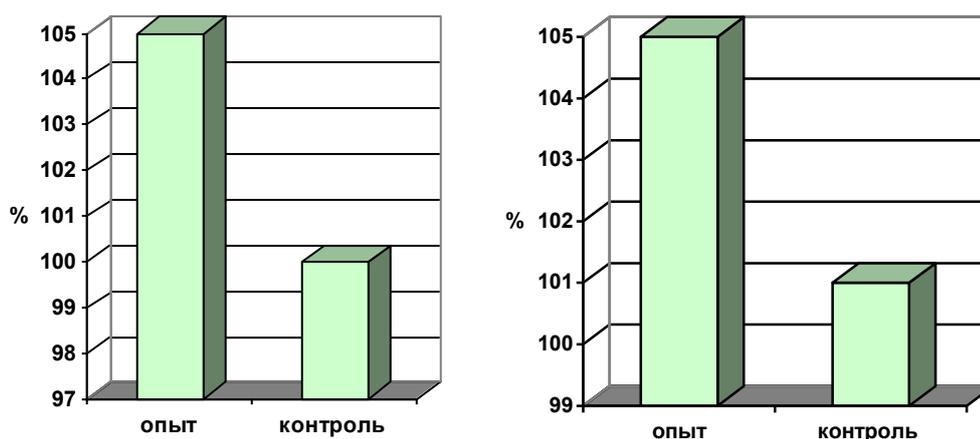


а

в

Рисунок 5.9 – Результаты оценки ВУС инъецированных натуральных полуфабрикатов из МЦБ: а – грудка, в – бедро, %

Положительная динамика увеличения выхода также отмечена для опытных образцов относительно контрольных: на 5% для грудки ЦБ и на 4% для бедра ЦБ (рисунок 5.10).



а

в

Рисунок 5.10 – Результаты оценки выхода натуральных полуфабрикатов из МЦБ: а – грудка, в – бедро

Таким образом, для встраивания кавитационного воздействия в технологию

производства натуральных полуфабрикатов из МЦБ предпочтительны следующие условия:

- уменьшение доли комплексной добавки до 0,75 кг на 28,0 кг воды с последующей выдержкой в течение 4 часов;
- уменьшение доли комплексной добавки до 0,37 кг на 28,0 кг воды с последующим массированием 15 об/мин в течении 2 часов.

Модификацию технологии производства натуральных полуфабрикатов ЦБ с использованием активированных жидких сред на основе эффектов кавитации можно представить в виде схемы на рисунке 5.11.

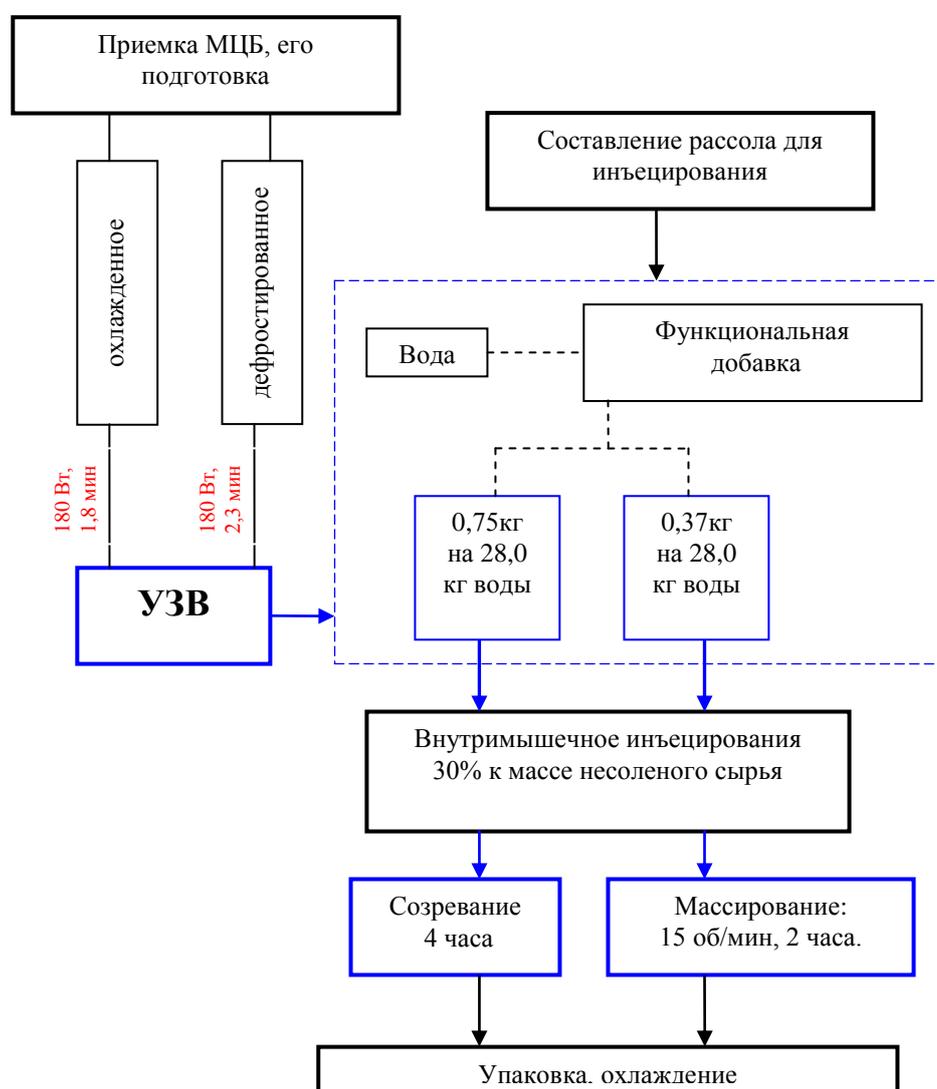


Рисунок 5.11 – Схем встраивания кавитационного воздействия подготовки жидких пищевых сред в технологии производства натуральных полуфабрикатов из МЦБ

Таким образом, предлагаемая технология производства натуральных

полуфабрикатов из МЦБ на основе применения эффектов кавитации позволяет решить ряд задач:

- улучшение ФТС (увеличение ВУС в среднем на 7%), увеличение выхода продукта на 5%, улучшение органолептических показателей и создание базовых условий для гидратации белков в условиях информационной неопределенности качества сырья;
- снижение фосфатсодержащих препаратов в составе комплексных Доббов и, как следствие, повышение экологичности продукта для конечного потребителя.

5.4.2 Исследование влияния эффектов ультразвукового воздействия на функционально-технологические свойства мяса цыплят-бройлеров в технологии рубленых полуфабрикатов

В задачи данного этапа исследования входило изучение влияния эффектов кавитации на изменение ФТС и СМХ фаршей из МЦБ различного термического состояния, используемых для производства рубленых полуфабрикатов типа «Нагетсы». Все исследования выстраивались в отношении мясной основы для приготовления рубленых полуфабрикатов – мясных фаршей.

Известно, что мясные фарши представляют собой дисперсные системы, в которых дисперсной средой является вода, а дисперсной фазой – частицы измельченных мышечных тканей мисцелы и макромолекулы. В результате гидратации дисперсной фазы и образования сольватного слоя формируется сплошной каркас белково-жирового матрикса, обуславливающий консистенцию готового продукта [92]. Поэтому потребительские свойства готового продукта находятся в прямой зависимости от состояния систем «белок-вода», «белок-жир», «белок-белок» исходного сырья, что крайне сложно обеспечить и контролировать в условиях информационной неопределенности. Особенно, когда для переработки используется сырье различного термического состояния.

На данном этапе исследования объектами являлись фарши из МЦБ различного термического состояния (на основе охлажденного и предварительного подвергнутого глубокой заморозке дефростированного мясного сырья), а также с

различными морфологическими характеристиками: на основе грудных мышц («белое» мясо), бедренных мышц («красное» мясо), их смеси 1:1 («фарш»).

Основные параметры: количество добавленной воды составило 30% к массе, поваренной соли – 2,5%. Мясо имело нормальные значения pH и измельчалось через решетку диаметром 5 мм. Все образцы были разделены на две партии: контрольная и опытная. Для партии опытных образцов использовались активированные рассолы, полученные с учетом установленной ранее экспозиции УЗ воздействия. Партия опытных образцов готовилась с применением солей фосфорной кислоты (Полимикс 822).

Наиболее полно процесс набухания белков в измельченном мясном сырье при абсорбции ими влаги характеризуют реологические характеристики. Результаты исследования динамической (сдвиговой) вязкости в фаршах из мяса ЦБ представлены на рисунке 5.12 и 5.13.

Полученные результаты, свидетельствуют о том, что уже через 1,5 часа наблюдается значительное упрочнение структуры фаршей для опытных образцов. При этом согласно классической теории реологии мясных фаршей в первой фазе их выдержки (2–4ч) величина структурно-механических характеристик практически не изменяется, что можно наблюдать в контрольных образцах – процесс протекает плавно, упрочнение консистенции наблюдается лишь по истечению 3 часов.

Положительная динамика интенсивного роста вязкости установлена для всех опытных проб. Наиболее высокие показатели отмечены для охлажденного сырья: скачок вязкости отмечен от 1,5 до 3 часов выдержки – для белого МЦБ он составил от 1,7 Па*с до 4,8 Па*с; для красного – от 1,5 Па*с до 4,3 Па*с; усредненные значения вязкости установлены для фаршей из смеси белого и красного мяса – от 1,3 Па*с до 4,5 Па*с.

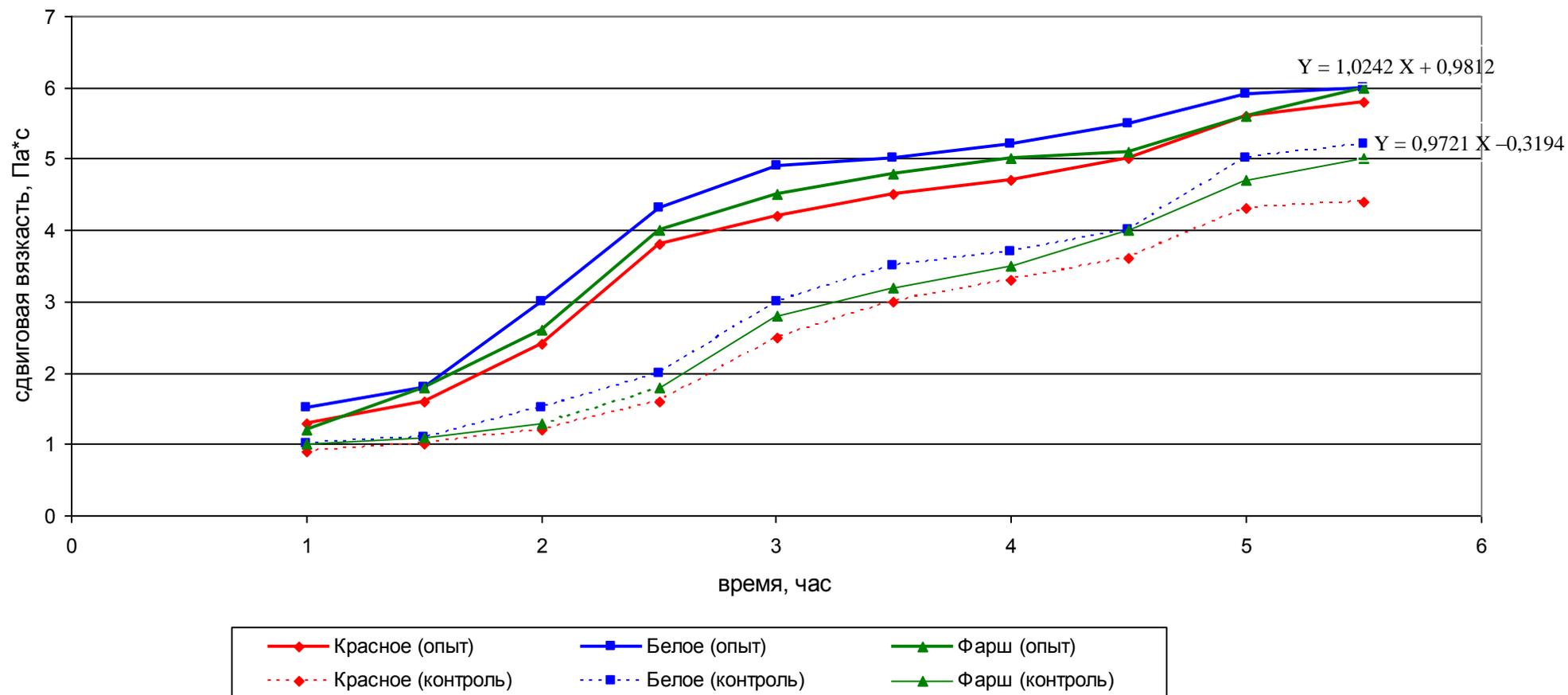


Рисунок 5.12 – Сдвиговая вязкость фаршей, приготовленных из охлажденного МЦБ, Па*с

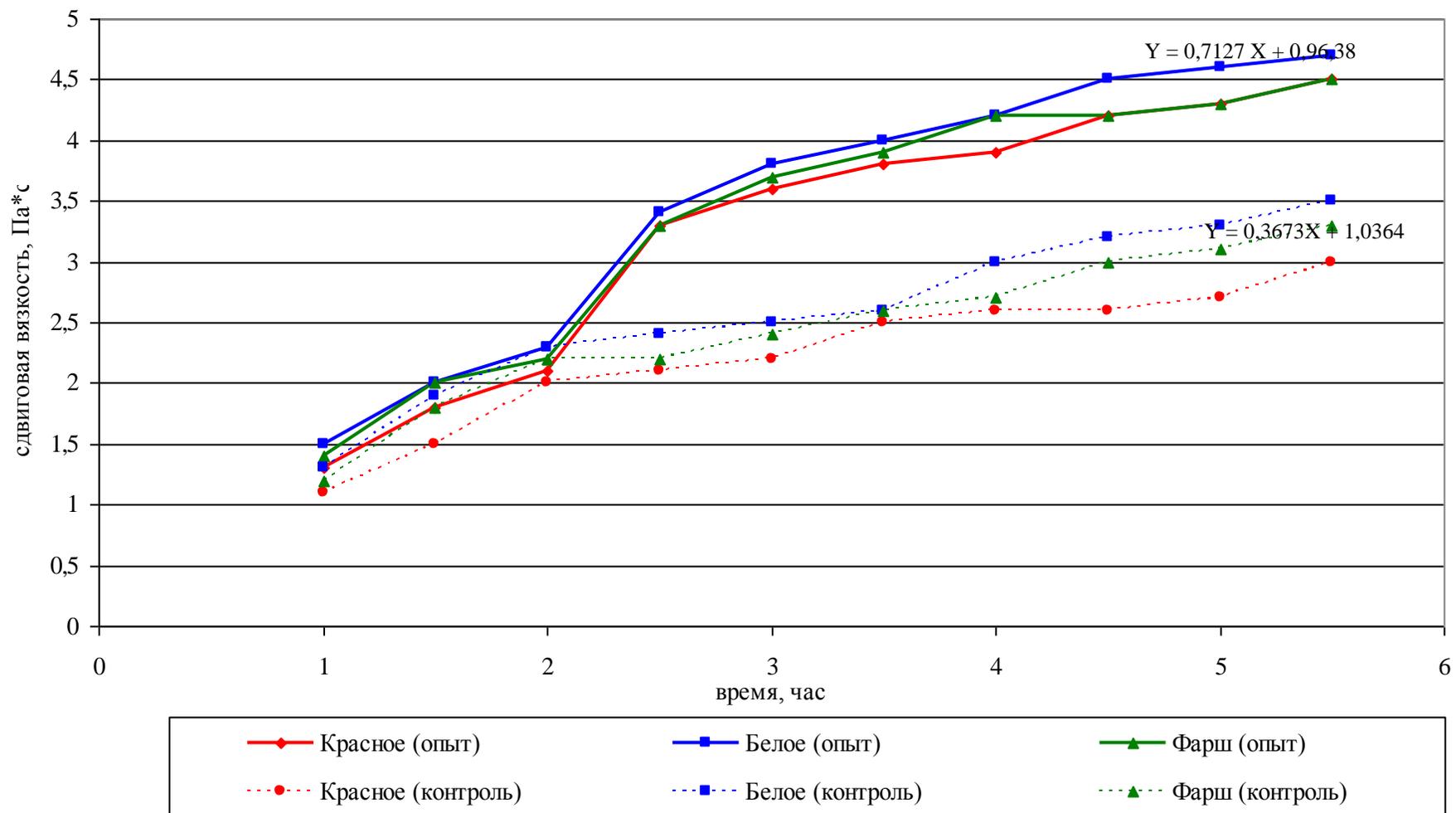


Рисунок 5.13 – Сдвиговая вязкость фаршей, приготовленных из дефростированного МЦБ, Па*с

Полученное распределение динамической вязкости определяется химическим составом мускулатуры птицы: в мышцах бедра (красное мясо) содержание жировой ткани выше, чем в грудных мышцах (белое мясо), поэтому поверхностное натяжение на границах раздела воды и тканей мяса увеличивается, смачиваемость биомассы снижается, что, в конечном счете, определяет снижение вязкости [104].

Показатели вязкости опытных образцов, полученных из дефростированного сырья, также имеют высокие значения, что позволяет говорить о нормальном протекании процесса насыщения биомассы влагой, скачок вязкости отмечен через 2 часа и к 3 часам выдержки показатель составляет 3,5–4 Па*с. Это позволяет решить проблему низких технологических свойств данного вида сырья. Реограммы контрольных образцов фаршей более пологие и за 3 часа вязкость увеличивается незначительно от 1 до 3 Па*с для образцов из охлажденного сырья, и от 1 до 2,5 Па*с для образцов из дефростированного МЦБ.

На данном этапе исследования также было установлено влияние эффектов кавитации на технологические показатели фаршей из МЦБ для производства рубленых полуфабрикатов типа «Нагетсы». Рецептúra представлена в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Рецептúra рубленых полуфабрикатов из МЦБ типа «Нагетсы»

Сырье и ингредиенты	Содержание	
	Контроль	Опыт
Основное сырье, кг		
Филе куриное красное	50,0	50,0
Филе куриное белое	47,0	47,0
Мясо птицы мех. обвалки	3,0	3,0
Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья		
Соль поваренная пищевая	280	–
Чеснок гранулированный	100	100
Полимикс 822	0,3	–
Перец черный экстракт	100	100
Нитрит натрия	0,5	0,5
Вода питьевая	2520	–
Рассол (вода+соль)	–	2520+280

Интенсификация процесса гидратации в фаршевых системах при использовании активированных жидких систем более выражена, относительно цельнокусковых продуктов. Вероятно, это обусловлено большей доступностью белков при взаимодействии с водой за счет измельчения мышечной ткани, что позволяет полностью отказаться от использования солей фосфорной кислоты.

Наблюдается рост значения показателя ВУС уже на первой стадии посола: для опытных образцов фаршей, изготовленных из охлажденного сырья он составляет 82%; для фаршей из замороженного МЦБ – 80%; для образцов фаршей, выработанных из дефростированного сырья – 75%, что ниже контрольных образцов, содержащих соли фосфорной кислоты лишь на 3, 2 и 5% соответственно (таблица 5.11, рисунок 5.14, 5.15, 5.16).

Таблица 5.11 – Технологические свойства фаршей из МЦБ для производства рубленых полуфабрикатов типа «Нагетсы»

Термическое состояние сырья	Охлажденное	Подмороженное	Дефростированное
ВСС, % к общей влаге			
Опыт	82,2±0,3	80,4±0,2	75,3±0,5
Контроль	85,1±0,2	82,7±0,5	80,5±0,4
Δ	-2,9	-2,3	-5,2
ВСС, % к общей влаге (через 2 часа)			
Опыт	93,2±0,2	92,7±0,2	89,2±0,2
Контроль	89,1±0,2	89,1±0,2	85,0±0,2
Δ	+4,1	+3,6	+4,2

Однако за счет активного упрочнения структуры фаршей на основе активированных жидких систем их ВУС быстро увеличивается в процессе посола, потери влаги минимизируются уже через 3 часов выдержки. Таким образом, использование эффектов кавитации дает возможность сохранить до 90% влаги по истечению 2 часов выдержки для фаршей на основе охлажденного и замороженного сырья и через 2,5 часов для фаршей из дефростированного сырья.

У охлажденного и размороженного мяса растворимость миозина понижена, так как он удерживается в структуре ткани в комплексе с актином, поэтому данный вид сырья требует более продолжительного посола. Удержание

актомиозина в структуре миофибрилл ослабляется вследствие внедрения ионов соли и молекул воды.

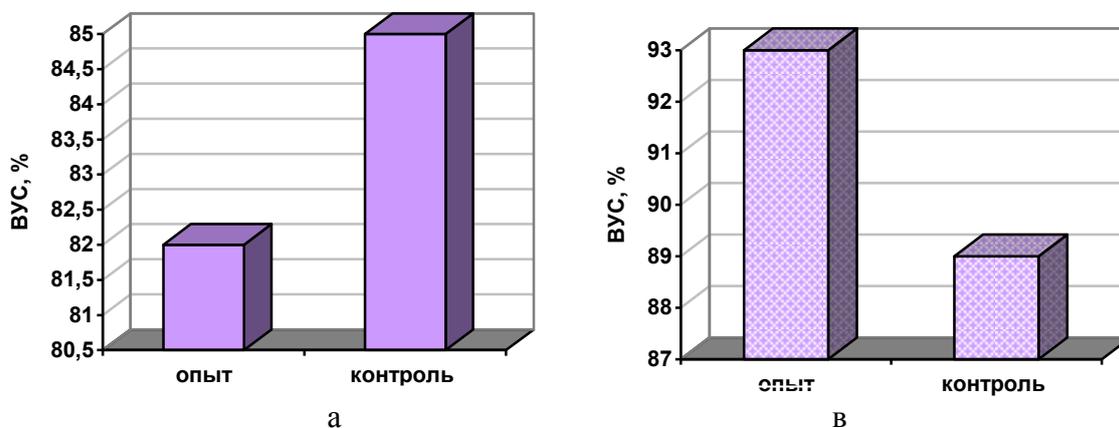


Рисунок 5.14 – Значение показателя ВУС фаршей из охлажденного МЦБ в начале полола (а) и по истечению 2 часов посола (в)

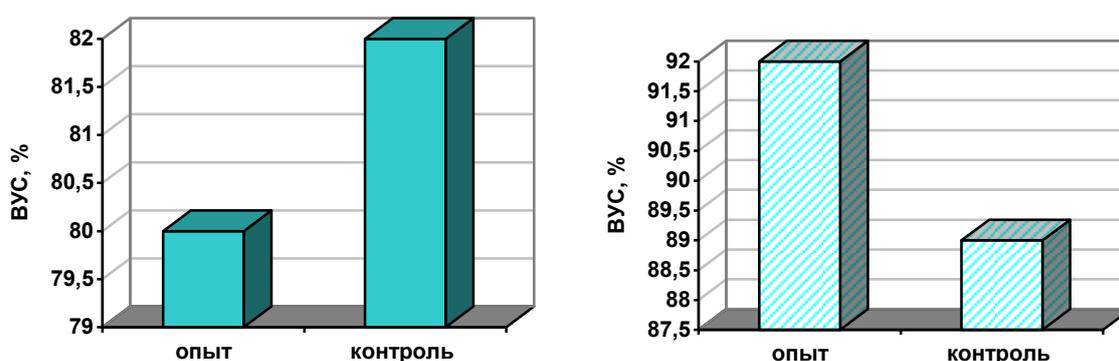


Рисунок 5.15 – Значение показателя ВУС фаршей из подмороженного МЦБ в начале (а) и по истечению 2 часов посола (в)

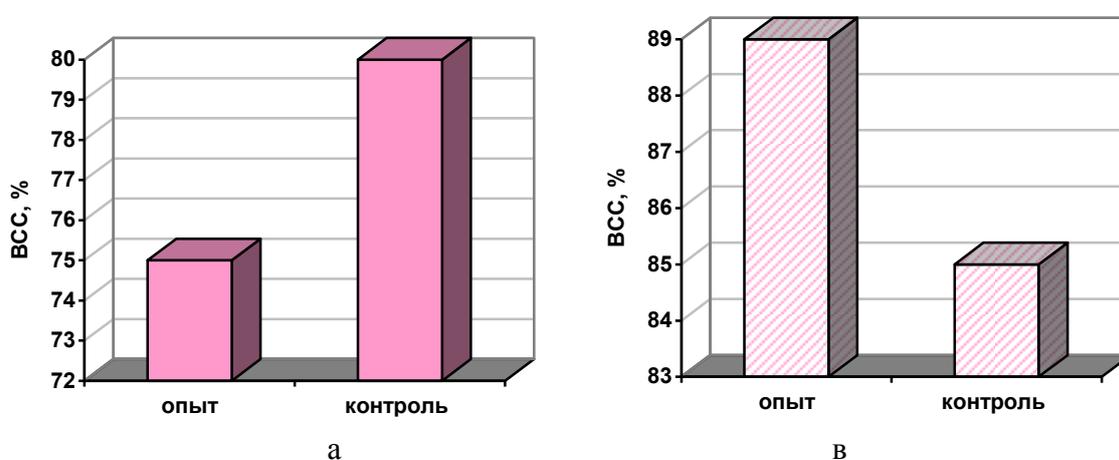
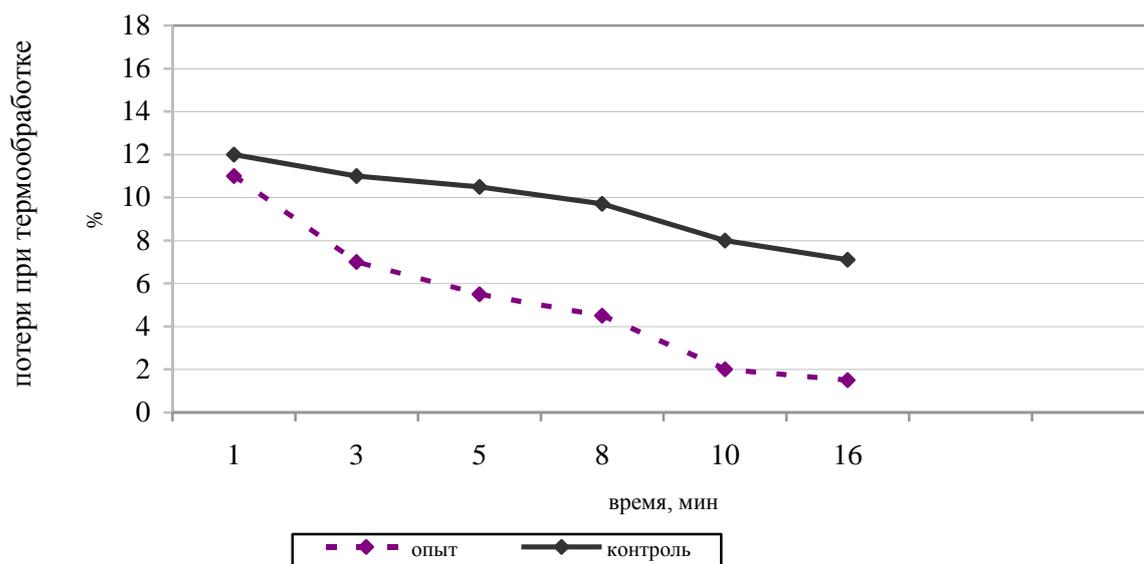
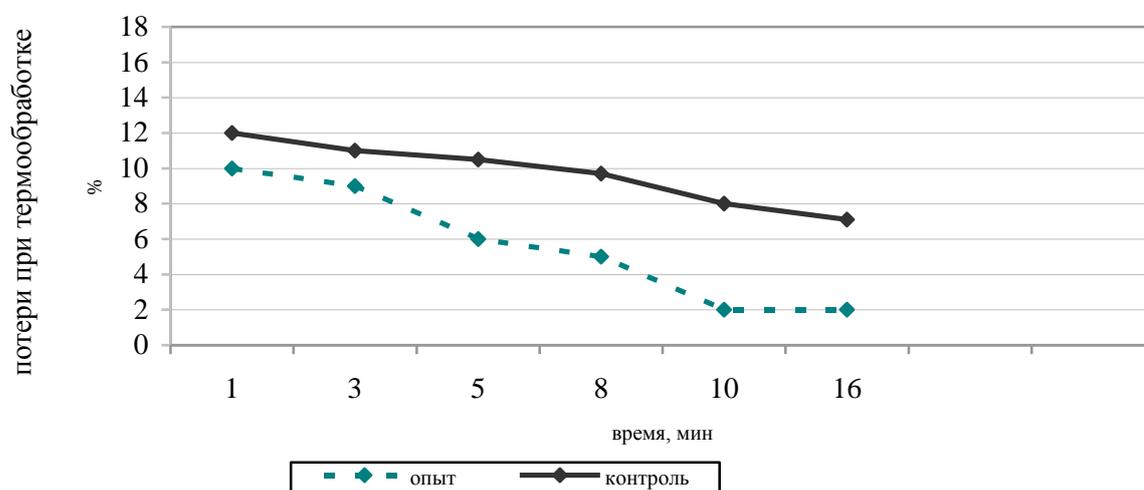


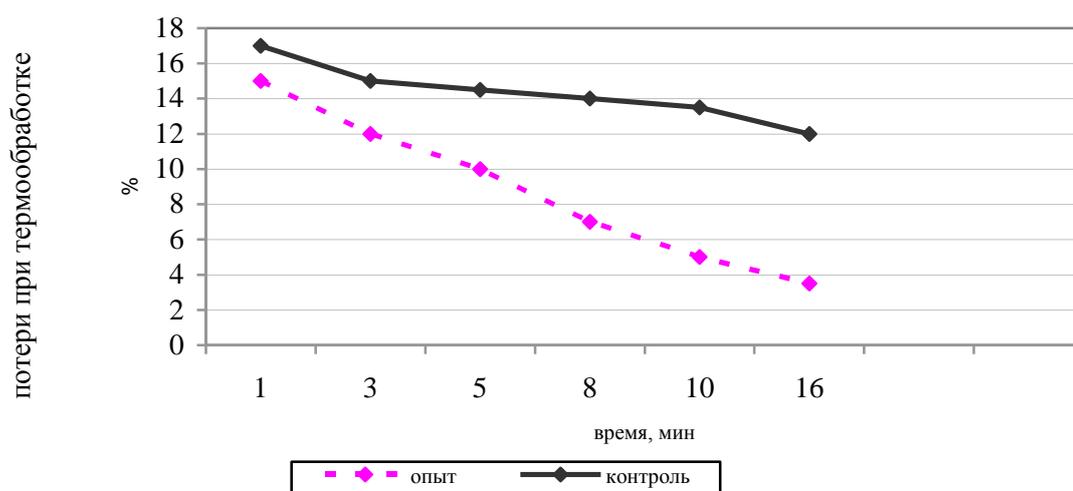
Рисунок 5.16 – Значение показателя ВУС фаршей из дефростированного МЦБ в начале полола (а) и по истечению 2 часов посола (в)



а



в



с

Рисунок 5.17 – Зависимость величины потерь при термической обработке от времени выдержки фаршей из охлажденного (а), замороженного (в) и мороженого (с) мяса цыплят-бройлеров

Причем необходимо отметить, что потери при термической обработке, которые имеют контрольные образцы фаршей по истечению 16 часов – 10-14%, достигается для опытных образцов уже через 3 часа (рисунок 5.17).

Это позволяет рекомендовать сокращение данного этапа технологического цикла в 2 раза. Однако с целью достижения минимальных потерь при термической обработке и более высоких потребительских достоинств готовых продуктов рекомендуемый срок посола должен составить 2 часа для фаршей из охлажденного и подмороженного мяса и 2,5 часа для дефростированного сырья.

Таким образом, модификацию технологии производства рубленых полуфабрикатов с использованием активированных рассолов на основе эффектов кавитации можно представить в виде схемы:

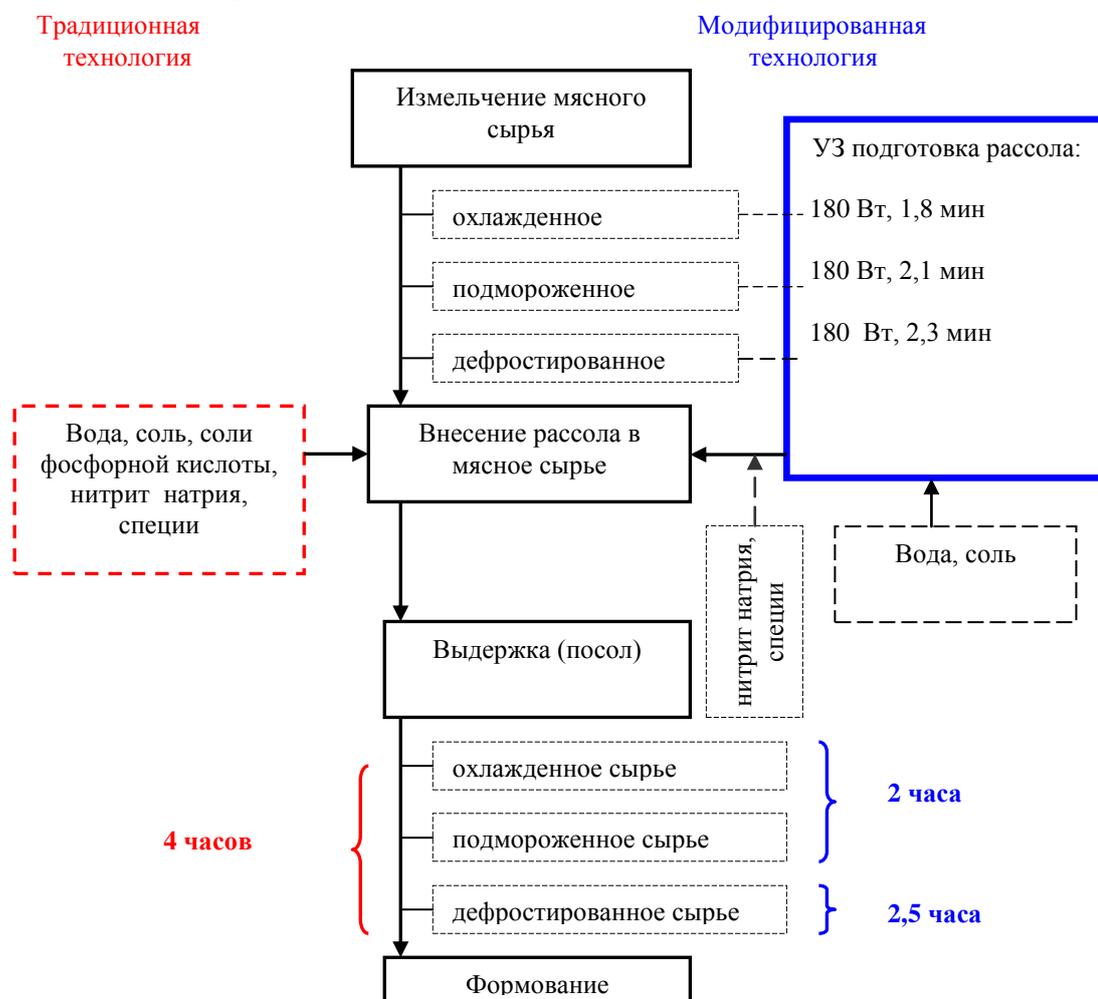


Рисунок 5.18 – Модификация технологии производства рубленых полуфабрикатов из МЦБ (типа «Нагетсы») на основе эффектов ультразвукового воздействия

Предлагаемая корректировка технологии производства рубленых полуфабрикатов из МЦБ (пита «Нагетсы») позволяет решить следующие задачи:

– сокращение времени выдержки в 2 раза при снижении потерь при термической обработке;

– исключение солей фосфорной кислоты и, как следствие, минимизация рисков продукта для конечного потребителя.

Таким образом, экспериментально полученные данные позволяют позитивно оценить перспективы использования эффектов кавитации в технологии ППМЦБ и дать практические рекомендации по совершенствованию существующих технологий.

Рассматривая комплексно результаты, представленные выше, применение эффектов кавитации в подготовке активированных жидких систем для производства ППМЦБ позволяет интенсифицировать процесс посола и стабилизировать технологические свойства исходного сырья в условиях информационной неопределенности его качества, тем самым повысить выход готового продукта и улучшить его потребительские достоинства.

Выводы по главе 5:

1. Доказана возможность применения УЗВ для корректировки показателей качества воды. Под влиянием УЗ воздействия на воду отмечено улучшение ее показателей: снижение общей жесткости (в среднем на 20%), содержания железа (на 15%), общего микробного числа (на 88,9%), повышение растворяющей способности.

2. Под воздействием эффектов кавитации на жидкие пищевые среды, вводимые в мясное сырье, отмечено увеличение уровня гидратации белков МЦБ (в среднем на 4%) для сырья различного термического состояния.

3. Получены оптимальные параметры ультразвукового воздействия для подготовки жидких пищевых сред с учетом термического состояния мясного сырья. Так, для обработки рассола наиболее эффективны следующие режимы: мощность 180 Вт и продолжительность 1,8 мин – для внесения в охлажденное

сырье; 180 Вт, 2,1 мин – в замороженное сырье; 180 Вт, 2,3 мин – в дефростированное сырье. Данные получены для УЗ аппарата «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ с объемом кюветы 250 мл. Для масштабирования полученных результатов необходимо применить положения теории подобия кавитационных реакторов, разработанной Шестаковым С.Д. [127, 128].

4. Доказана эффективность применения активированных жидких сред, полученных на основе эффектов ультразвукового воздействия, для сокращения доли функциональных смесей в рецептуре натуральных полуфабрикатов из МЦБ 2-ой категории упитанности при значительном улучшении их функционально-технологических свойств.

5. Доказана возможность корректировки функционально-технологических свойств фаршей из МЦБ для производства рубленых полуфабрикатов на основе активированных жидких систем, за счет сохранения влаги (до 90%) и сокращения времени выдержки (в 2 раза).

ГЛАВА 6. ТОВАРОВЕДНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ПИЩЕВОЙ ПОЛНОЦЕННОСТИ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ, ПРОИЗВЕДЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

6.1 Товароведная оценка качества продуктов переработки мяса цыплят-бройлеров, произведенных с использованием эффектов ультразвукового воздействия

На данном этапе проводили товароведную оценку качества продуктов переработки мяса цыплят-бройлеров (натуральных и рубленых полуфабрикатов), произведенных на основе эффектов УЗВ на жидкие пищевые среды (рассолы) и изменение их качества в процессе хранения. В качестве контрольных образцов были установлены ППМЦБ, полученные по традиционной технологии.

Товароведная оценка качества образцов ППМЦБ была проведена по комплексу органолептических, физико-химических и микробиологических показателей качества. Вместе с тем следует отметить, что в комплексном восприятии качества ППМЦБ для потребителей приоритетное значение имеют органолептические показатели, а в их совокупности выделены «вкус и аромат» и «консистенция» (Раздел 3). Ранее было установлено, что кавитационная активация жидких сред улучшает функционально-технологические свойства МЦБ, что обеспечивает в дальнейшем благоприятные характеристики по показателям сочности, консистенции, внешнего вида, вкуса и аромата.

Органолептическая оценка образцов основывалась на балловой оценке, была использована девятиуровневая оценочная шкала (ГОСТ 9959-91 «Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки») со следующей номенклатурой показателей для полуфабрикатов после термической обработки:

- внешний вид;
- вид на разрезе;
- аромат;
- вкус;
- консистенция;

– сочность.

Были использованы нечеткие градации качества на основе вышеуказанного стандарта и обобщены: 9–8 баллов – отличное качество, 8–7 – хорошее качество, 7–6 удовлетворительное качество. менее 6 – неудовлетворительное качество.

Номенклатура показателей качества была составлена с учетом требований нормативной документации и на основании изучения потребительских предпочтений, проведенных на этапе разработки матрицы зависимости потребительских свойств полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров от свойств сырья (п. 3.2). Подготовка образцов и проведение органолептической оценки осуществлялись с учетом существующих требований.

Так как определяющее значение при оценке неудовлетворенности потребителей качеством полуфабрикатов из МЦБ имели показатели консистенция, вкус и аромат (потребители отмечали для натуральных полуфабрикатов недостаточную сочность и суховатость, а для рубленых полуфабрикатов слабовыраженный вкус и аромат), нами были разработаны дегустационные шкалы для оценки каждого из отмеченных критериев в опытном и контрольном образцах. Предложенная оценочная шкалы доступна для неспециалистов, поэтому ее можно применять при потребительской и товароведной оценке (приложение 2). В дегустационной оценке исследуемых образцов приняло участие 17 человек.

Дегустационная оценка ПММЦБ после термической обработки показала, что все опытные образцы, полученные на основе кавитационной активации пищевых жидких сред, имели более высокие оценки по сравнению с контролем (таблица 6.1 и на рисунке 6.1).

Таблица 6.1 –Результаты дегустационной оценки ППМЦБ после термической обработки

Показатель		Внешний вид	Вид на разрезе	Аромат	Вкус	Консистенция	Сочность	балл
Грудка	Опыт	Сохранил форму	Срез слегка влажный при нажатии влага практически не выделяется, кремовый цвет с розоватым оттенком	Свойственный, типичный, ярко выраженный	Свойственный, типичный, солоноватый, выраженный, приятны	Упругая, на волокна не распадется	достаточно сочное	8,5
	Контроль	Сохранил форму	Срез сухой, при нажатии влага не выделяется, кремовый цвет с сероватым оттенком	Свойственный	Свойственный, слабовыраженный, солоноватый	Жестковатая, упругая, волокнистая	Суховатая, недостаточно сочная	7,5
Бедро	Опыт	Сохранил форму	Срез слегка влажный, при нажатии влага не выделяется, цвет мраморный	Свойственный, типичный, ярко выраженный	Свойственный, интенсивный, ярко выраженный	Мягкая, достаточно упругая, на волокна не распадется	Очень сочное	8,7
	Контроль	Слегка спрессовался	Срез влажный, при нажатии рассол выделяется между слоями, цвет мраморный	Свойственный, выраженный	Свойственный	Упругая, на волокна не распадется	Недостаточно сочное	7,8
«Нагетсы»	Опыт	Форма правильная, без трещин и ломаных краев,	Равномерно перемешанный фарш, без пустот, не распадается, срез сухой, кремовый цвет с розовым оттенком	Свойственный, типичный, ярко выраженный	Свойственный, типичный, интенсивный, ярко выраженный	Плотная, нежная, мягкая	Сочное	8,8
	Контроль	Форма слегка неровная, присутствуют выхваты	Фарш слегка рыхлый, с единичными устотами, не распадается, кремовый цвет с Сероватым оттенком	Свойственный, выраженный	Свойственный	Недостаточно плотная, мягкая	Недостаточно сочное	7,9

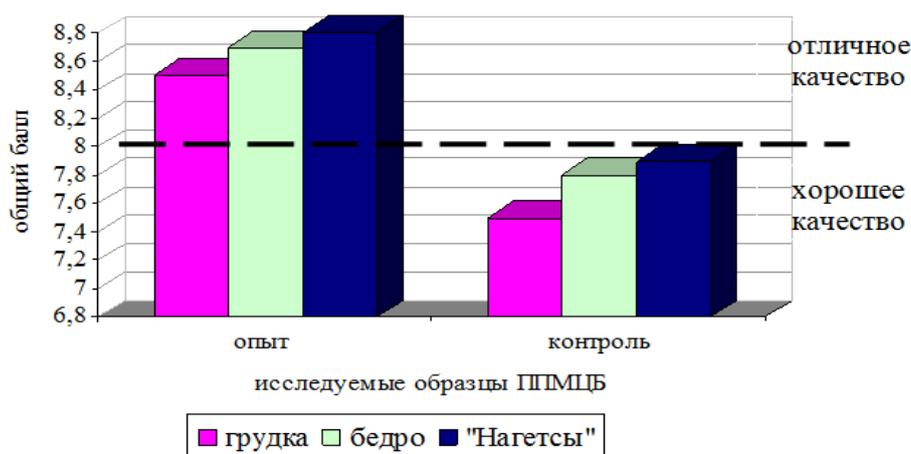


Рисунок 6.1 – Результаты дегустационной оценки ПММЦБ после термической обработки, балл

Для всех опытных образцов отмечено проявление более яркого и интенсивного цвета, что, на наш взгляд, может быть связано со снижением концентрации железа в воде в результате ее кавитационной активации и стабилизация процесса цветообразования.

В исследованиях Красули О.Н., Богуша В.И., Долговой О.А., Мишариной Т.А. доказано, что кавитационное воздействие оказывает влияние на процесс образования терморезистентных гидраколлоидов, то есть стабильных в процессе термической обработки соединений, а, следовательно, положительно влияет на ароматику продуктов переработки убойных животных. Вероятно, аналогичные эффекты характерны и для продуктов переработки мяса птицы

Профилограммы органолептических показателей натуральных и рубленых полуфабрикатов указывают на положительную динамику влияния кавитационного воздействия в оцениваемых показателях.

Так для опытных образцов рубленых полуфабрикатов типа «Нагетсы» (рисунок 6.2) был отмечен более типичный мясной вкус, а оценка по данному критерию на 0,9 балла выше контрольного образца; опытные образцы также отличаются гармоничностью сформированного флевора и его интенсивностью – оценки по данным критериям приближены к максимуму – 9,8 балла.

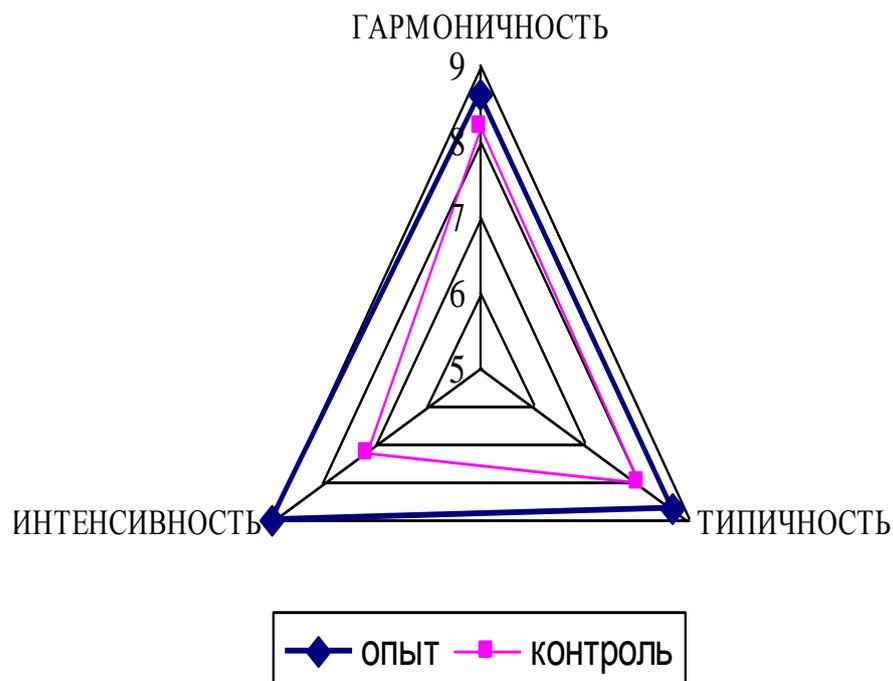
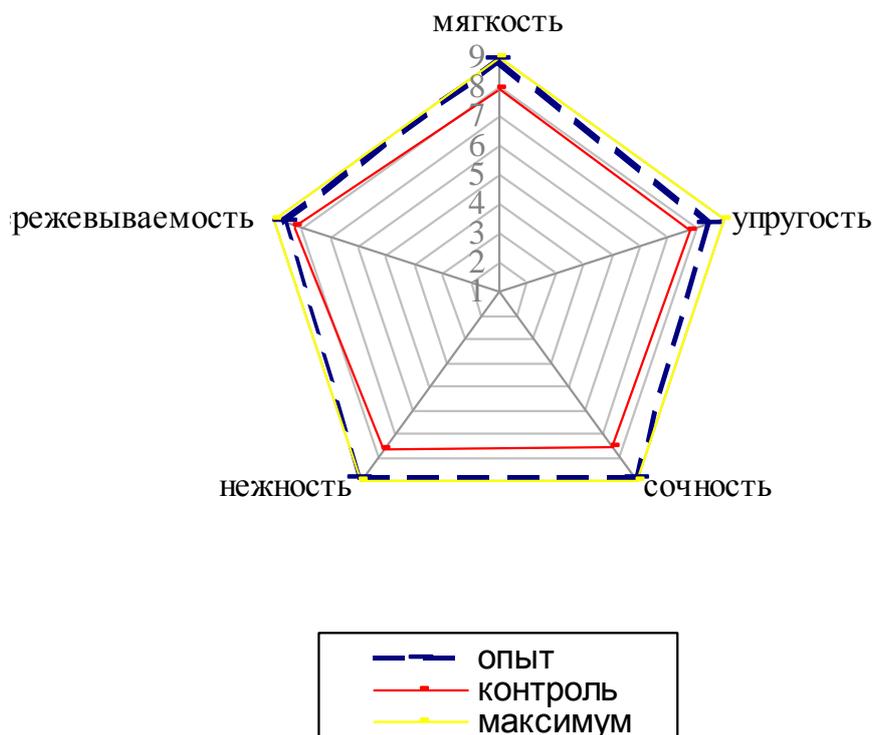


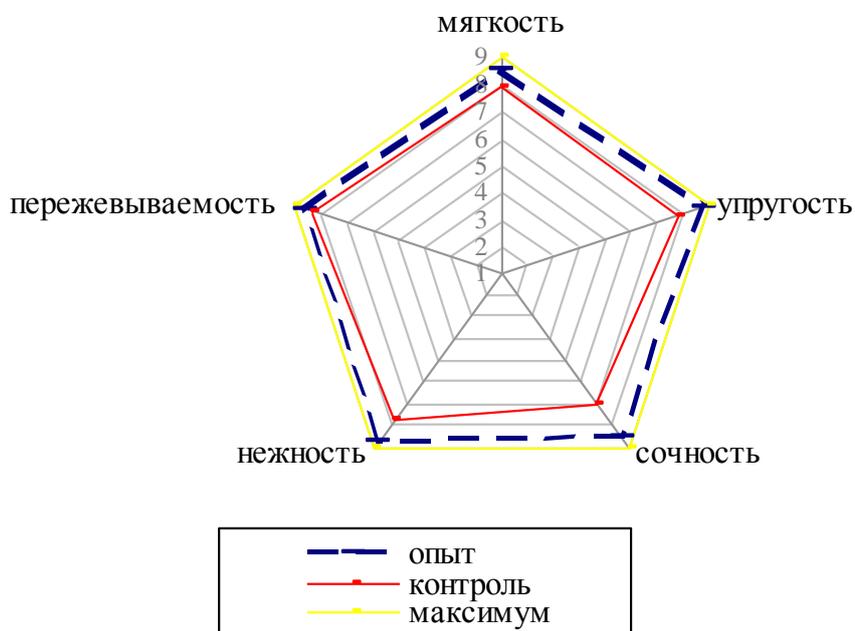
Рисунок 6.2 – Результаты дегустационного анализа образцов рубленых полуфабрикатов по критерию «вкус и аромат»

Высокая интенсивность и выраженность вкуса и аромата в опытных образцах полуфабрикатов, выработанных на основе применения кавитационного воздействия, вероятно, обусловлены эффектом повышения терморезистентности биополимеров мяса в результате их гидратации обработанным УЗ рассолом. Данные результаты согласуются и с результатами исследований ученых МГУТУ [11], которые показали, стабильность ароматических соединений в мясных продуктах, содержащих воду, прошедшую кавитационную обработку, вследствие приобретения этими органическими соединениями плотных гидратных оболочек из образовавшихся при сонохимической обработке мономолекул воды, позволяющих им существовать в виде гидратированных коллоидов и комплексных ионов в широком диапазоне температур, не подвергаясь термической денатурации.

Сравнительная органолептическая оценка консистенции натуральных полуфабрикатов ЦБ (рисунок 6.3) показала, что опытные образцы превосходили контроль по всем единичным характеристикам: нежность, мягкость, упругость, сочность, пережевываемость.



а



в

Рисунок 6.3 – Результаты дегустационного анализа образцов натуральных полуфабрикатов по показателю «консистенция»: а – грудка ЦБ, в – бедро ЦБ

При этом наиболее высокие значения характеристик – сочность и мягкость отмечены для полуфабриката бедро ЦБ, который отличался пониженным значением показателя ВУС в исходном сырье. После термической обработки данного полуфабриката наблюдался рост данного параметра относительно мяса грудки ЦБ. Вероятно, это обусловлено способностью коллагена и эластина, содержащихся в бедренных мышцах, в присутствии активированных УЗ рассолов, лучше гидролизоваться под действием термической обработки с образованием глютена и желатоз, которые обладают выраженной влагоудерживающей способностью [48].

Физико-химические показатели качества ПМЦБ оценивались по следующей номенклатуре – общая влага (%), ВУС (%), рН, количество ЛЖК (мг/100г), содержание аминного азота (мг/%), для натуральных полуфабрикатов дополнительно – усилие резания (Н/мм). Результаты определения физико-химических показателей качества ПМЦБ традиционной и модифицированной технологии представлены в сводной таблице 6.2.

Таблица 6.3 – Усредненные результаты оценки физико-химических показателей опытных и контрольных образцов

Показатель	Образцы полуфабрикатов	
	опыт	контроль
1	2	3
Грудка ЦБ		
Общая влага, %	76,5	77,0
ВУС, %	75,2	75,4
рН	6,7	6,5
Усилие резания (поперек волокон), Н/мм	0,28	0,30
Содержание ЛЖК, мг/100г	1,1	0,8
Содержание аминного азота, мг %	0,57	0,32
Бедро ЦБ		
Общая влага, %	80,7	80,3
ВУС, %	76,5	77,0
рН	6,7	6,5
Усилие резания (поперек волокон), Н/мм	0,27	0,29
Содержание ЛЖК, мг/100г	1,2	1,1
Содержание аминного азота, мг %	0,45	0,34

Окончание таблицы 6.3

1	2	3
«Нагетсы»		
Общая влага, %	67,9	68,5
ВУС, %	85,5	85,7
pH	6,5	6,3
Содержание ЛЖК, мг/100г	1,7	1,5
Содержание аминного азота, мг %	0,56	0,35

Анализ полученных данных свидетельствует о положительной динамике для опытных образцов по всем показателям по отношению к контролю. Наблюдается увеличение содержания продуктов протеолиза и флеворообразующих веществ относительно контрольных значений. Так, для опытных образцов содержание аминного азота составляет для грудки 0,52 мг % ЦБ, для бедра ЦБ 0,45мг%, а для рубленых полуфабрикатов – 0,56 мг %, в то время как в контрольных образцах содержание аминного азота составляет 0,32; 0,29 и 0,45 мг% соответственно. Отмечено увеличение содержания летучих жирных кислот (ЛЖК) для опытных образцов. Значения данного показателя в среднем выше на 0,3 мг относительно контроля.

Это свидетельствует о положительном влиянии проведения кавитационной подготовки жидких пищевых сред, вводимых в мясное сырье, как фактора способствующего активизации ферментативных систем и, как следствие, увеличению скорости преобразования основных компонентов сырья.

Показатель pH опытных образцов смещен в щелочную сторону в среднем на 0,2 единицы, что обусловлено интенсификацией процессов автолиза в системе продукта. В тоже время активирование жидких систем типа водных рассолов минеральных солей обуславливает изменение чувствительности биологических объектов к активированию даже минимальной интенсивности и вызывает повышенную проницаемость биомембран, что в совокупности содействует повышению активности ферментативных систем продукта.

Оценка опытных образцов ППМЦБ по органолептическим и физико-химическим, хорошо согласуется с результатами хроматографического анализа

(рисунок 6.4 и 6.5.) указанных образцов.

Экспериментальной проверке получения эффекта интенсификации процессов протеолиза, накопления веществ-предшественников вкуса и аромата были подвергнуты образцы фарша мышц мяса ЦБ до термообработки.

Исследование влияния эффектов кавитации на процесс накопления ароматических соединений характеризуют данные полученных хроматограмм. По результатам анализа площадей пиков на хроматограммах и соответствующих масс-спектров составлена таблица 6.3, которая отображает качественный и количественный состав летучих соединений, идентифицированных в пробах.

Таблица 6.3 – Содержание ароматических веществ в фаршах из мяса ЦБ по истечении 2 часов выдержки в посоле, %

№	Наименование компонента	Содержание, %	
		Опыт	Контроль
1	2,3 -бутандиол	0,91	Не обнаружен
2	Диэтиловый эфир пропановой кислоты	2,34	Не обнаружен
3	Фенол	Не обнаружен	0,10
4	Глицерин	1,14	1,13
5	Пиразин	0,13	0,05
6	4-пиперидон тетраметил	0,41	Не обнаружен
7	Ниацинамид	1,11	0,26
8	Лауриновая (додекановая) кислота	0,6	0,1
9	Миристиновая (тетрадекановая) кислота	0,62	0,03
10	Пальмитиновая (гексадекановая) кислота	18,53	11,69
11	Линолевая (9,12-октадекадиеновая) кислота	26,37	27,76
12	Стеариновая (октадекановая) кислота	31,03	33,0
13	Олеиновая (цис-9-октадеканова) кислота	1,88	Не обнаружено
14	Креатин	10,02	Не обнаружен
15	Ансерин	3,13	Не обнаружен

*В таблицу не были включены следующие сигналы:

1. Продукты конденсации ацетона в инжекторе с временами удерживания: 4.080, 4.660 и 5.225 мин.
2. Углеводороды линейного строения, такие как гексан, декан и пр.
3. Сигналы с малой интенсивностью (менее чем в 2 раза интенсивнее сигнала фона). Определение структуры в таких случаях затруднено сильным влиянием фоновых сигналов.
4. Вещества, структуру которых не удалось определить по библиотеке спектров.
5. Вещества, спектры которых имеют процент схожести с библиотечными спектрами менее 80



Рисунок 6.4 – Общий вид хроматограммы опытного образца[†]

[†] в скобках указано время удержания в хроматографической колонке

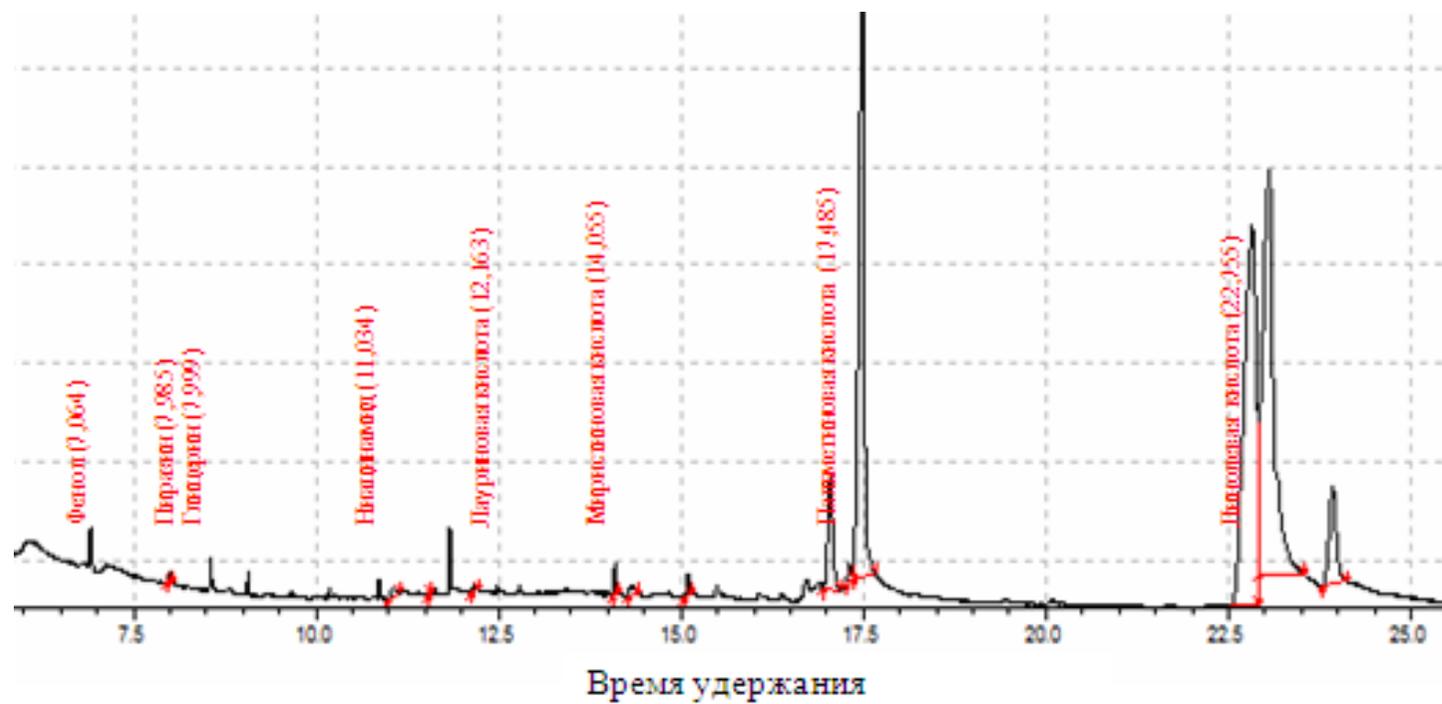


Рисунок 6.5 – Общий вид хроматограммы контрольного образца

Для определения содержания растворимых органических соединений была проведена экстракция ацетоном с последующим газохроматографическим анализом. Анализ пробы экстракта проводился на газовом хроматографе с масс-селективным детектором фирмы Shimadzu модель GCMS-QP2010 Ultra. Для интерпретации масс-спектров использовалась библиотека NIST/EPA/ИИ Mass Spectral Library (EI) (NIST08).

В исследуемых образцах было идентифицировано 15 соединений (более 95% от общего содержания), среди которых карбоновые кислоты и их эфиры, спирты и другие ароматические вещества. Известно, что в образовании аромата мясopодуKтоB принимают участие монокарбоновые летучие кислоты, образующиеся из липидов [71].

Так, в исследуемых образцах можно видеть накопление значительного количества карбоновых кислот (8–13), при этом необходимо отметить.. Эфиры карбоновых кислот (диэтиловый эфир пропановой кислоты) и высшие карбоновые кислоты нормального строения придают мясным блюдам вкус и аромат.

Такие легколетучие фракции как пиразин и 4-пиперидон тетраметил были идентифицированы только в опытном образце, содержание пиразина в контрольном образце чрезвычайно мало и не превышает 0,05 %, Пиразин представляет собой гетероароматическое соединение, состоящее из композиции спиртов, альдегидов и производных жирных кислот. 4-пиперидон тетраметил относится к лактонам – ангидридным производным аминокислот, которые образуют запах сливочного масла и сыра. Можно предположить, что данные соединения положительно влияют на формирование вкуса и аромата готового продукта.

Высокой степенью ароматичности обладает креатинин, который, как известно, преобразуется из креатина в процессе термической обработки (рисунок 6.6).

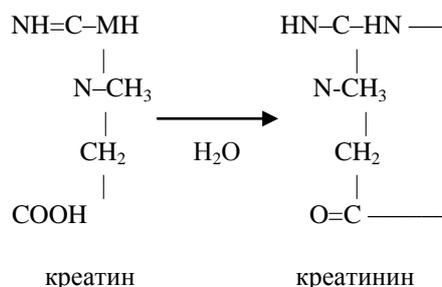


Рисунок 6.6 – Преобразование креатина в процессе термической обработки

Необходимо отметить, что в опытном образце содержание креатина составило 10% относительно 5% для контрольного образца. Серосодержащие вещества представлены ансеринном. Ввысоке содержание данных компонентов является особенностью мяса птицы. Согласно данных А.И. Месхи, содержание креатина в белом мясе ЦБ составляет 1100 мг %, у говядины – 300 мг%; карнозина – соответственно 430 и 265 мг%; ансерина – 770 и 200 мг% [71].

Учитывая, что в технологии получения рубленых полуфабрикатов МЦБ использовались активированные жидкие пищевые среды на основе рассолов поваренной соли, следует более детально остановиться на кинетике процессов посола. При посоле ионы поваренной соли и другие компоненты, находящиеся в рассоле, начинают перемещаться вглубь мяса, а растворимые в солевых растворах химические соединения тканей (белки, экстрактивные, минеральные вещества, водорастворимые витамины) растворяются в рассоле.

Накопление посолочных веществ в тканях – это процесс перемещения посолочных веществ в гетерогенной системе рассол-мясо, который, по своей физико-химической сущности, относится к диффузионным процессам. Ионы поваренной соли и другие компоненты, находящиеся в рассоле, начинают перемещаться вглубь системы продукта, а растворимые в солевых растворах химические соединения тканей (белки, экстрактивные, минеральные вещества, водорастворимые витамины) переходят в рассол, где становятся доступными для ферментативных систем, под воздействием которых формируется вкус и аромат продукта.

Продолжительность посола образцов рубленых ПМЦБ на основе активированных пищевых сред составила 2 часа, что оказалось достаточным для формирования их вкусоароматических характеристик. При этом для контрольных образцов, традиционная технология которых предусматривает 4-х часовой цикл выдержки, необходимый комплекс органических соединений, обуславливающих ароматику готового продукта, не сформировался в полном объеме.

Такой результат может быть объяснен описанными ранее эффектами ультразвукового воздействия, проявляющимися в жидких средах, в том числе способностью ультразвука повышать растворяющую и экстракционную способность воды в составе активированных жидких сред и как следствие катализировать диффузию соли в систему продукта.

В условиях перемешивания основное сопротивление диффузионному потоку в рассоле оказывает диффузионный пограничный слой, лежащий на границе раздела системы. Ускорение движения рассола и переход от ламинарного потока к турбулентному влечет за собой уменьшение толщины пограничного слоя и, как следствие, увеличение скорости процесса.

Согласно некоторым данным [122,127], на процесс растворения оказывает влияние знакопеременное звуковое давление, которое способствует проникновению жидкости в трещины и капилляры. Также ультразвук с большой интенсивностью вызывает звуковой ветер, быстрые течения и образует кавитационные эффекты в совокупности определяющие ускорение процесса растворения.

Воздействие ультразвука на жидкую среду позволяет снизить значение динамической вязкости полярных жидкостей; одновременно увеличиваются в размерах микротрещины и поры, образующие твердую фазу за счет турбулизации микропотоков.

Известно, что все продукты глубокого дезаминирования и декарбоксилирования (крезол, фенол, скатол, индол) имеют неприятный запах, поэтому наличие в контрольном образце фенола и отсутствие ее в образце после кавитации благоприятно сказывается на органолептических свойствах. На наш взгляд, это

происходит за счет быстрого накопления необходимых для ферментативного гидролиза органических веществ, а также благодаря обеззараживающему эффекту ультразвука в мясных фаршах частично блокируется жизнедеятельность гнилостной микрофлоры, инициирующей подобные процессы.

На заключительном этапе товароведной оценки были проведены исследования сохраняемости ППМЦБ, полученных по традиционной технологии и с использованием ультразвукового воздействия. Основной акцент был сделан на определение динамики изменения органолептических показателей и взаимосвязанных с ними физико-химических показателей (содержание ЛЖК и аминного азота и общее количество влаги).

Длительность хранения образцов полуфабрикатов составила 5 суток при температуре 0...2 °С (что определено производителем), оценка показателей осуществлялась трижды:

- 1) сразу после изготовления (на момент закладки образцов на хранение);
- 2) через 3 суток;
- 3) через 5 суток.

Результаты изменения органолептических показателей в процессе хранения указывают на явное влияние эффектов кавитации на состояние продукта (таблица 6.4.)

Общее снижение качества по органолептическим показателям в процессе хранения контрольных образцов от исходного значения для грудки ЦБ составляют 0,5 балла, для бедра ЦБ – 0,8 балла; при этом для образцов полученных на основе кавитационной активации рассолов 0,3 и 0,2 – соответственно.

В конце пятых суток хранения в контрольных образцах рубленых полуфабрикатов («Нагетсы») наблюдалось незначительное потемнение поверхности образцов, вероятно, за счет накопления метмиоглобина в поверхностных слоях мышечной ткани.

Таблица 6.4 – Обобщенная оценка органолептических показателей качества полуфабрикатов в процессе хранения* (после термической обработки *).

Наименование продукта		Обобщенная органолептическая оценка, балл		
		Исходное	3сут.	5сут.
Натуральные полуфабрикаты				
Грудка ЦБ охлажденная	контроль	7,5	7,3	7,0
	опыт	8,7	8,5	8,4
Бедро ЦБ охлажденное	контроль	7,8	7,2	7,0
	опыт	8,7	8,6	8,5
Рубленые полуфабрикаты				
«Нагетсы»	контроль	7,9	7,5	7,3
	опыт	8,8	8,7	8,6

* при $t = 0 \dots 2 \text{ } ^\circ\text{C}$

**для приготовления натуральных полуфабрикатов использовали запеканке, для рубленых – жарку с добавлением масла

Кроме того для контрольных образцов наблюдалось изменение вкуса и запаха, ослабление которых связано с разрушением веществ их обуславливающих, кроме того в сыром виде в запахе отмечались слабо выраженные кисловатые оттенки.

Следует отметить, что в целом качество полуфабрикатов в процессе хранения по органолептическим показателям при соблюдении установленного режима изменялось незначительно. Однако интенсивность этих изменений в экспериментальных образцах ППМЦБ была ниже, чем в контрольных.

Изменение физико-химических показателей в процессе хранения (таблица 6.5) имеют различную динамику. Так прирост содержания ЛЖК и аминного азота в процессе хранения в опытных образцах протекает умеренно – содержание ЛЖК на завершающем этапе хранения несколько ниже значений контрольных образцов и составляет 1,8 мг для грудки, 3,1 мг для бедра и 5,1 для нагетсов, с учетом более высоких первоначальных показателей – 1,1 мг, 1,2 мг и 1,7 мг соответственно. Между тем для контрольных образцов отмечена более

интенсивная динамика прироста от 0,8 мг до 2,2 мг для грудки и от 1,1 мг до 4,0 мг для бедра (рисунок 6.7).

Таблица 6.5 – Динамика изменения физико-химических показателей качества полуфабрикатов в процессе хранения* (после термической обработки)

Наименование образца		Значения показателей качества								
		ЛЖК, мг/100г			Содержание аминного азота, МГ %			Общая влага, %		
		исходное	на 3-и сутки	на 5-е сутки	исходное	на 3-и сутки	на 5-е сутки	исходное	на 3-и сутки	на 5-е сутки
Грудка ЦБ охлажденная	контроль	0,8	1,5	2,2	0,32	0,44	0,64	77,0	76,8	76,2
	опыт	1,1	1,2	1,8	0,57	0,60	0,62	76,5	76,3	76,1
Бедро ЦБ охлажденное	контроль	1,1	2,9	4,0	0,34	0,49	0,61	80,3	80,15	80,0
	опыт	1,2	2,5	3,1	0,45	0,52	0,58	80,7	80,5	80,45
«Нагетсы»	контроль	1,5	5,0	5,5	0,35	0,52	0,67	68,5	68,2	68,15
	опыт	1,7	4,0	5,1	0,56	0,61	0,65	67,9	67,8	67,8

* при $t - 0...2^{\circ}\text{C}$

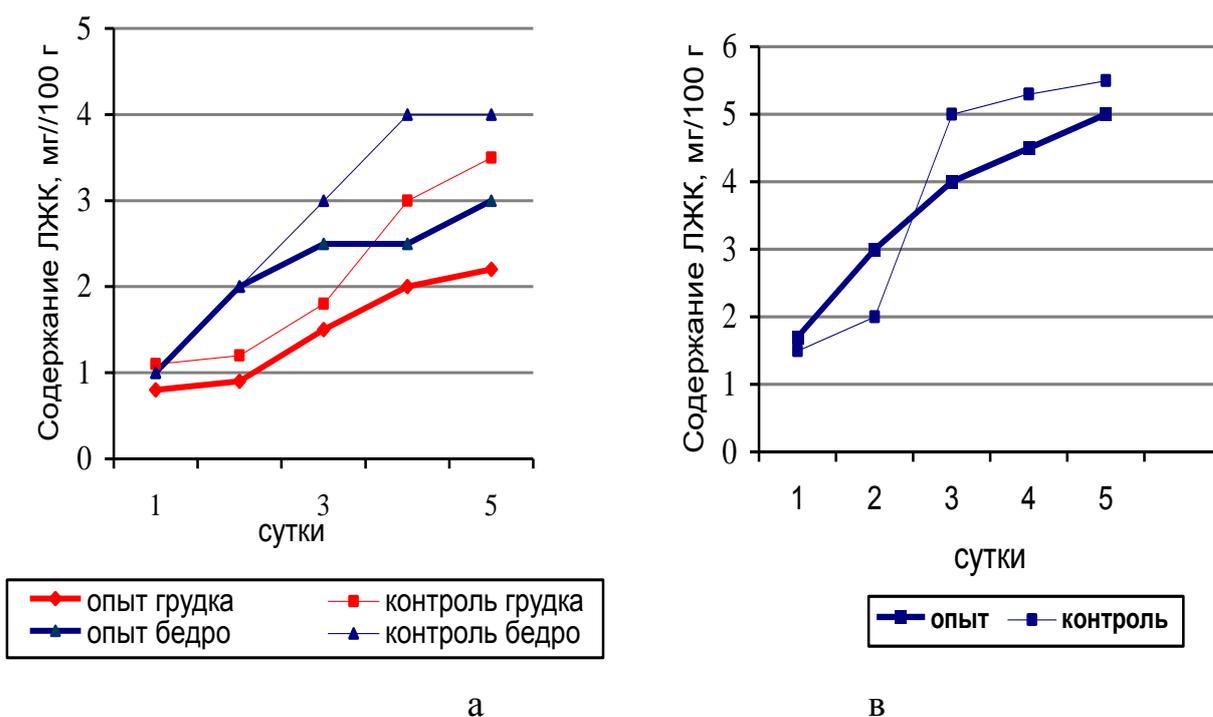


Рисунок 6.7 – Динамика накопления ЛЖК в процессе хранения в натуральных полуфабрикатах ЦБ (а), в рубленых полуфабрикатах ЦБ («Нагетсы») (в)

Аналогичная динамика наблюдается по показателю содержания аминного азота. При более высоких первоначальных значениях в опытных образцах (0,57 мг для грудки, 0,45 мг для бедра и 0,56 мг для Нагетсов) относительно контрольных (0,32 мг для грудки, 0,34 мг для бедра и 0,35 мг для Нагетсов) на завершающем этапе хранения отмечены значения равного порядка, отличающиеся в пределах допустимой погрешности измерений (0,62–0,64 для грудки, 0,58–0,61 для бедра и 0,65–0,67 для Нагетсов).

Значительных колебаний общей влаги в процессе хранения не отмечено как для опытных как и для контрольных образцов полуфабрикатов (таблица 6.5), вероятно, это определяется наличием упаковки, краткосрочным хранением и щадящим с точки зрения вымораживания влаги режимом холодильной обработки ($t - 0...2$ °C).

По результатам исследований липидной фракции было установлено, что окислительные процессы протекают в опытных образцах полуфабрикатов с умеренной интенсивностью. Динамика изменения кислотного числа в исследуемых образцах полуфабрикатов из МЦБ представлена в таблице 6.6. Перекисей и гидроперекисей обнаружено не было. Это свидетельствует о том, что режим УЗВ был подобран оптимально и перекисные соединения не накапливаются.

Таблица 6.6 – Динамика изменения кислотного числа в исследуемых образцах полуфабрикатов из МЦБ в процессе хранения*

Наименование продукта	Норма, мл КОН	Значение кислотного числа, мл КОН		
		Исходное значение	3сут.	5сут.
Грудка ЦБ опыт контроль	не более 1	0,36	0,42	0,55
		0,33	0,47	0,52
Бедро ЦБ опыт контроль		0,44	0,74	0,83
		0,39	0,68	0,79
«Нагетсы» опыт контроль		0,37	0,46	0,58
		0,35	0,044	0,56

*при $t - 0...2$ °C

В рамках установленных сроков хранения по показателю кислотного числа продукция сохраняет свежесть. На конечной стадии хранения натуральных полуфабрикатов значения показателя составили для грудки 0,55 мл КОН с приростом к первоначальному значению 56%. Более интенсивно окислительные процессы протекают в бедренной части и значение кислотного числа составляет 0,53 мл КОН с приростом к первоначальному значению 88%, что определяется особенностью морфологического строения – наличием большего количества локальных жировых отложений. Для рубленых полуфабрикатов типа «Нагетсы» также отмечены более высокие значения – 0,58 мг КОН с приростом 53%, однако установленные нормы не превышены. Для контрольных образцов отмечены несколько более низкие первоначальные значения. Так исходный показатель кислотного числа для грудки ниже на 0,03 мг, для бедра на 0,05 мг и на 0,02 мг для Нагетсов, вероятно, это объясняется наличием в опытных образцах на первом этапе хранения короткоживущего реактива Фентона, однако общий прирост в течении всего периода хранения у контрольных образцов выше и составляет для грудки 57%, для бедра 102% и 60% для Нагетсов,

Таким образом, можно отметить положительное влияние ультразвукового воздействия при подготовке жидких пищевых сред, используемых в технологии ППМЦБ, на устойчивость полуфабрикатов в процесс хранения, что безусловно улучшает их потребительские достоинства.

Результаты микроскопического исследования образцов полуфабрикатов представлены в таблице 6.7. По результатам микроскопического исследования все контрольные образцы ППМЦБ соответствовали градации – «сомнительной свежести», а опытные образцы продукции – градации «свежая».

Полученные результаты обусловлены обеззараживающим эффектом ультразвука. Известно (В.В.Гончарук, В.В.Маляренко, В.А.Яременко, Шестаков СД.), под действием ультразвука можно получать стерильные жидкости. Гибель микроорганизмов под воздействием ультразвука в жидкой среде, происходит за счет разрушения клеточных оболочек вторичным звуком. При этом разрушение палочковидных бактерий происходит мгновенно или почти мгновенно [127].

Таблица 6.7 – Результаты микроскопии исследуемых образцов полуфабрикатов ЦБ

Наименование продукта		Характеристика отпечатка									
		Начало хранения			3 суток			5 суток			
		Кокки	Дрожжи	Палочки	Кокки	Дрожжи	Палочки	Кокки	Дрожжи	Палочки	следы распада мышечной ткани
Натуральные полуфабрикаты											
Грудка ЦБ охлажденная	контроль	+	-	-	+	-	+	+	-	++	-
	опыт	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Бедро ЦБ охлажденное	контроль	+	-	-	+	-	+	++	-	++	-
	опыт	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Рубленые полуфабрикаты											
Режим хранения		Начало хранения			3 суток			5 суток			
«Нагетсы»	опыт	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
	контроль	+	-	-	+	-	+	++	-	+	-

« - » – микрофлора отсутствует

« + » – в поле зрения до 15 единичных элементов

« ++ » – в поле зрения до 30 единичных элементов

Известно, что существует пороговая сила вторичного звука, ниже которой разрушение не наступает, более того, наблюдается ускоренное развитие колоний бактерий, которое обусловлено механическим разделением их скоплений, в результате чего, пакеты бактерий разделяются с образованием отдельных клеток, образующих новые колонии.

В опытных образцах обнаружены кокки, количество которых не превышает 15 единичных элементов в поле зрения. При этом контрольные образцы менее стабильны в хранении – на 5-ые сутки хранения в поле зрения было идентифицировано более 30 единичных кокков и палочек.

Положительная динамика отмечена и в снижении показателя КМАФАнМ (таблица 6.8), что позволяет снизить или исключить консерванты в составе

продукта.

На протяжении всего периода хранения исследуемые образцы полуфабрикатов соответствовали по показателю КМАФАнМ технического регламента ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции», при этом БГКП, *St.aureus*, протей, сальмонеллы обнаружены не были.

Таблица 6.8 – Результаты определения показателям КМАФАнМ, КОЕ/г

Наименование образца	Норма по ТР ТС 034/2013, КОЕ/г, не более	Грудка ЦБ	Бедро ЦБ	«Нагетсы»
Опыт	5x10 ⁶	4,2x10 ³	3,8x10 ³	2,8x10 ³
Контроль		8x10 ⁴	8x10 ⁴	1x10 ⁵

Данные результаты свидетельствует о высоких биоцидных свойствах пищевых жидких сред, приготовленных на основе кавитационного воздействия, по отношению к мезофильным аэробным и факультативно-анаэробным микроорганизмам и о целесообразности его использования в изготовлении ППМЦБ. Это объясняется наличием короткоживущего реактива Фентона, который образуется при воздействии кавитации на жидкие пищевые среды и блокирует жизнедеятельность микроорганизмов, что согласуется с исследованиями Артемовой Я.А. [4].

Установленные режимы ультразвуковой обработки рассолов позволили оптимально обеспечить летальный порог характеристик звукового поля для торможения развития неблагоприятной микрофлоры в готовых полуфабрикатов из МЦБ, что безусловно оказывает положительное влияние на их потребительские свойства.

6.2 Исследование пищевой полноценности продуктов переработки мяса цыплят-бройлеров, выработанных с использованием эффектов ультразвукового воздействия

Известно, что мясные продукты занимают важное место в структуре питания человека. Их потребление в среднем составляют 68 кг на человека в год. Являясь продуктами повседневного спроса, полуфабрикаты из мяса цыплят-бройлеров должны полновесно наполнять пищевые рационы удовлетворять потребность организма в основных питательных веществах. [3, 49, 51, 68, 71]. По этой причине, в рамках данной работы был проведен анализ пищевой полноценности объектов исследования по комплексу показателей, что на наш взгляд, позволило оценить влияние ультразвукового воздействия на этапе подготовки жидких пищевых сред на показатели пищевой полноценности полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров

Результаты определения общего химического состава контрольных и опытных образцов, представленные в таблице 6.9, свидетельствуют об отсутствии явного влияния ультразвукового воздействия на пищевую ценность полуфабрикатов с учетом содержания основных нутриентов.

Таблица 6.9 – Усредненные значения общего химического состава ППМЦБ

Наименование показателя	Фактическое содержание, % на с.в.					
	Натуральные полуфабрикаты				Рубленые полуфабрикаты типа «Нагетсы»	
	контроль		опыт		контроль	опыт
	грудка	бедро	грудка	бедро		
Белки	17,9	18,1	18,0	18,3	18,5	18,6
Жиры	6,5	7,7	6,1	7,9	5,9	5,1
Углеводы	–	–	–	–	12,3	12,4

Различия значений укладываются в рамки допустимых погрешностей измерения. Так, содержание белка в опытных образцах полуфабрикатов составило 18.0% для грудки, 18,3% для бедра и 18,6% для нагетсов, а в контрольных образцах – 17,9%; 18,1%; 18,5% соответственно. По массовой доле жира также явных расхождений не выявлено и колебания показателей «контроль–опыт»

составляют для грудки 6,5–6,1%, для бедра 7, 7–7,9%, для нагетсов 5,9–5,1%. Углеводы в количестве 12% присутствуют лишь в рубленых полуфабрикатах и их наличие определяется рецептурой данного продукта, в которую входят панировочные сухари для придания формы изделию и создания хорошего внешнего вида.

Известно, что наиболее важными компонентами мясной продукции для человека являются полноценные белки, в состав которых входит комплекс аминокислот, часть из них является эссенциальным фактором питания.

Мясо птицы является хорошим источником полноценного белка, а также отличается низким содержанием соединительной ткани, что способствует более легкому перевариванию и усвоению. Для характеристики биологической ценности белков исследуемых объектов были определены следующие показатели:

- аминокислотный состав белка;
- относительная биологическая ценность по тест-организму инфузории *Tetrachimena pyriformis* W.

Результаты оценки аминокислотного состава контрольных и опытных образцов полуфабрикатов представлены в таблице 6.10.

Таблица 6.10 – Аминокислотный состав полуфабрикатов из МЦБ, г/100 г белка мяса

Показатели	Натуральные полуфабрикаты		Рубленые полуфабрикаты	
	опыт	контроль	опыт	контроль
1	2	3	4	5
<i>Незаменимые аминокислоты</i>	38,21	38,12	38,26	38,38
<i>В том числе:</i>				
Валин	4,71	4,65	4,82	4,91
Изолейцин	3,90	3,93	3,81	3,80
Лейцин	8,60	8,32	7,76	7,65
Лизин	8,01	8,25	8,73	8,82
Метионин	2,71	2,93	2,59	2,61
Треонин	4,49	4,31	4,87	4,89
Триптофан	1,56	1,72	1,61	1,55
Фенилаланин	4,23	4,01	4,09	4,15

Окончание таблицы 6.9

1	2	3	4	5
<i>Заменяемые аминокислоты в том числе:</i>	61,16	61,65	61,41	61,54
Аланин	5,52	5,60	6,34	6,25
Аргинин	6,42	5,91	6,73	6,70
Аспарагиновая кислота	8,79	8,63	8,96	9,0
Гистидин	1,79	1,85	2,67	2,45
Глицин	7,49	7,7	7,40	7,51
Глутаминовая кислота	16,90	17,2	14,18	13,55
Оксипролин	0,36	0,31	0,83	0,71
Пролин	4,47	4,40	4,82	4,77
Серин	4,47	4,45	4,72	4,72
Тирозин	3,53	3,50	3,52	3,48
Цистин	1,96	2,0	2,46	2,40
Общее количество аминокислот	99,37	99,67	99,66	99,92

Анализ полученных данных показал, что ультразвуковая обработка рассолов, вводимых в состав полуфабрикатов, не оказывает отрицательного влияния на качественный и количественный состав белка. Содержание аминокислот белка как для опытных так и для контрольных образцов находится на одном уровне.

Степень перевариваемости белка исследуемых продуктов определялась посредством микробиологических тестов. В качестве тест-объекта использовали реснитчатую инфузорию *Tetrahimena pyriformis* W. Живой организм дает более интегрированный ответ на состав и структуру продукта, чем формальный химический анализ, каким бы он ни был полным и совершенным. К тому же, в зависимости от их комбинации друг с другом даже при одном и том же химическом составе ответная реакция организма различна. Тетрахимена дает хорошо совпадающие результаты с данными опытов на крысах. Скорость переваривания важна для усвоения белковых веществ, так как лимитирует последующее всасывание аминокислот. Результаты оценки представлены в табл. 6.11.

Несмотря на идентичный аминокислотный состав исследуемых продуктов, степень перевариваемости белка опытного и контрольного образца различны. ОБЦ контрольных образцов заметно ниже, что может быть связано с

применением функциональных добавок, создающих неблагоприятные условия для жизнедеятельности тест-организма.

Таблица 6.11–Относительная биологическая ценность исследуемых образцов полуфабрикатов из МЦБ

Объект исследования		Число инфузорий в 1 см ³ исследуемой жидкости ×10 ⁶	ОБЦ, %
Эталон (казеин)		23,13	100
Натуральные полуфабрикаты	опыт	21,5	92,8
	контроль	20,5	89,3
Рубленые полуфабрикаты	опыт	22	95,2
	контроль	21,1	91,4

Для того чтобы всесторонне оценить показатели готового продукта, учитывая при этом органолептические свойства, свойства, характеризующие биологическую полноценность и сохраняемость, в рамках данной работы была проведена комплексная оценка продукта, результаты которой приведены в таблице 6.12.

Сравнительную товароведную комплексную оценку качества и сохраняемости образцов проводили с помощью усовершенствованного метода квалиматрии применительно к мясным продуктам [119].

Адекватное отражение качества методом квалиметрии не представляет возможным произвести расчет в полной мере, поэтому были использованы рекомендации Бражникова А.М. и Хлебникова В.И. применительно к мясным продуктам.

Определялись комплексные показатели качества продукта, т.е. конкретные свойства образцов натуральных и рубленых полуфабрикатов из мяса ЦБ. Исследуемые свойства были сгруппированы в три группы:

- 4) группа характеризует органолептические показатели продукта (внешний вид, цвет, вкус, запах, консистенция, сочность);

- 5) группа характеризует биологическую полноценность полуфабрикатов (массовая доля белка, содержание сбалансированного белка, перевариваемость *Tetrahymina pyriformis* W.);
- 6) группа характеризует сохраняемость полуфабрикатов в процессе хранения (кислотное число и результаты органолептической оценки на конец хранения).

Для обработки экспериментальных данных применяли методы математической статистики с применением компьютера. Для анализа цифрового материала проводили его математическую обработку, повышающую достоверность результатов и сокращающую объем таблиц. Повторность опытов не менее 3 раз при 5-ти кратной повторности анализов. Уровень доверительной вероятности = 0,95.

Таблица 6.12 – Результаты комплексной и товароведной оценки качества полуфабрикатов

Наименование показателя качества	К весо- мости	Эталон	Полуфабрикаты			
			натуральные		рубленные	
			контроль	опыт	контроль	опыт
Органолептическая оценка:	0,40					
внешний вид	0,15	9	8,6	8,8	8,7	8,9
цвет	0,20	9	8,8	8,8	8,7	8,8
запах, аромат	0,20	9	8,5	8,8	8,4	8,9
консистенция	0,25	9	7,9	8,6	8,2	8,7
вкус	0,30	9	8,2	8,7	8,1	8,8
сочность	0,20	9	7,9	8,7	8,0	8,5
Итого по группе			0,478	0,502	0,479	0,504
Оценка биологической полноценности:	0,40					
содержание белка, %	0,160	19,7	18,0	18,1	18,5	18,6
содержание сбалансированного белка, %	0,195	18,5	16,9	16,8	17,05	17,1

Окончание таблицы 6.11

переваримость Tetrahimena puriformis W., %	0,200	100	89,3	92,8	91,4	95,2
Итого по группе			0,201	0,203	0,205	0,208
Оценка сохраняемости	0,35					
Органолептическая оценка, балл	0,30	9	7,0	8,3	7,3	8,7
Кислотное число, мг КОН	0,28	–	1,57	1,53	1,60	1,57
Итого по группе			0,235	0,247	0,241	0,255
Комплексный показатель			0,914	0,952	0,925	0,967

В целом комплексный показатель контрольных образцов (0,914 и 0,925) ниже комплексных показателей опытных образцов (0,952 и 0,967). При этом опытные образцы исследуемых полуфабрикатов превосходят контрольные по органолептическим показателям, сохраняемости и соответствуют принятым нормам пищевой полноценности.

Выводы по главе 6:

1. В ходе исследования органолептических показателей установлено положительное влияние эффектов ультразвукового воздействия на такие показатели ППМЦБ как консистенция, вкус и аромат. Наблюдается накопление вкусоароматических соединений и увеличение ВУС, как одного из факторов, обуславливающего сочность продукта.

2. В процессе хранения ППМЦБ, полученных с использованием эффектов ультразвукового воздействия, наблюдается умеренная интенсивность накопления ЛЖК и аминного азота, что указывает на хорошую сохраняемость положительных характеристик продукта, сформированных под действием эффектов ультразвукового воздействия.

3. Результаты определения общего химического состава контрольных и опытных образцов ППМЦБ, полученных с использованием эффектов ультразвукового воздействия, свидетельствуют об отсутствии явного влияния

ультразвукового воздействия на пищевую ценность полуфабрикатов с учетом содержания основных нутриентов.

4. Перевариваемость опытных образцов полуфабрикатов несколько выше контроля (на 3–4%), что оказывает положительное влияние на их потребительские свойства.

5. Комплексная товароведная оценка контрольных и опытных образцов ППМЦБ, полученных с использованием эффектов ультразвукового воздействия, показала, что опытные образцы превосходят контрольные по органолептическим показателям, сохраняемости и соответствуют принятым нормам пищевой полноценности.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Определена конъюнктура продуктов переработки мяса птицы на потребительском рынке Уральского региона и установлено, что 55,7 % опрошенных потребителей чаще отдают предпочтение мясу птицы и продуктам его переработки в общем объеме потребляемых мясных продуктов, среди которых наиболее востребованы натуральные и рубленые полуфабрикаты из МЦБ, на их долю приходится 32 % и 23 % соответственно. Между тем, в отношении качества ППМЦБ выявлена неудовлетворенность потребителей по следующим характеристикам: низкие вкусовые свойства (87 %), суховатая консистенция (58%), большое количество пищевых добавок (96 %).

2. Выявлена неоднородность качества МЦБ, поступающего для переработки: вариативность показателей химического состава в зависимости от условий выращивания составляет 3,5–41,5 %; вариативность показателей ФТС в зависимости от морфологического строения – 2,7 –7,9 %, в зависимости от термического состояния – 4,9–9,5 %;

3. Обоснована возможность применения эффектов УЗВ для корректировки показателей качества воды (снижение общей жесткости (в среднем на 20 %), содержания железа (на 15 %), общего микробного числа (на 88,9 %) и ФТС МЦБ (увеличение уровня гидратации белков МЦБ для сырья различного термического состояния на 9 – 12 %) и установлены оптимальные режимы УЗВ при мощности 180вт и продолжительности 1,8–2,3 мин..

4. Исследовано влияние эффектов УЗВ на показатели и кинетику процессов посола мясного сырья и доказана возможность его интенсификации в $2^{-\text{Ba}}$ раза.

5. Доказана эффективность применения ультразвуковой водоподготовки, для сокращения доли функциональных добавок на 50 – 75 % в рецептуре натуральных полуфабрикатов из МЦБ $2^{-\text{ой}}$ категории упитанности и возможность корректировки ФТС фаршей из МЦБ для производства рубленых полуфабрикатов, за счет сохранения до 90% влаги. На основании чего предложена технологическая схема производства.

6. Проведена промышленная апробация на базе ЗАО «Орский мясокомбинат» и комплексная товароведная оценка выработанных полуфабрикатов. Результаты товароведной оценки контрольных и опытных образцов полуфабрикатов из МЦБ показали, что опытные образцы, полученные с использованием эффектов УЗВ, превосходят контрольные по органолептическим показателям (на 0,9 – 1 балл), сохраняемости (прирост ЛЖК снижается на 0,4 – 0,9 мг%, КМАФАнМ сокращается в 2^{-ва} раза, отсутствуют перекиси и гидроперекиси); полученные на основе УЗВ полуфабрикаты из МЦБ соответствуют принятым нормам пищевой полноценности.

Перспективы дальнейшей разработки темы. В рамках дальнейших исследований планируется расширение ассортимента ППМП, произведенных на основе применения эффектов УЗВ, для изучения возможности повышения качества и интенсификации процессов их производства.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВСС – влагосвязывающая способность;

ВУС – влагоудерживающая способность;

ЛЖК – летучие жирные кислоты;

КЧ – кислотное число;

ММО – мясо механической обвалки;

МЦБ – мясо цыплят-бройлеров;

ППМП – продукты переработки мяса птицы;

ППМЦБ – продукты переработки цыплят-бройлеров;

УЗВ – ультразвуковое воздействие;

ФТС – функционально-технологические свойства;

ЦБ – цыпленок-бройлер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев С.К. Товароведение мясопромышленных животных, птицы и продуктов убоя [Текст]// М.: Пищевая промышленность, 1972, 208с.
2. Антипова Л.В. Технология и оборудование производства колбас и полуфабрикатов [Текст] / учебное пособие при подготовке бакалавров по направлению 260200 «Технология продуктов животного происхождения» (профиль "Технология мяса и мясных продуктов") / Толпыгина И. Н., Калачев А. А. // Санкт-Петербург : ГИОРД , 2011, 596 с.
3. Антипова Л.В. Методика исследования мяса и мясных продуктов /Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.Д. Россов. - М.: Колос, 2001. - 376 с.
4. Артемова Я.А. Разработка технологии и товароведная оценка качества молочных напитков, полученных с применением сонохимической водоподготовки [Текст]//Автореф. дисс. канд. тех. н. М.: МГУТУ им. Разумовского, 2011, 25 с.
5. Афанасов Э.Э Перспективные направления совершенствования процесса шприцевания кусковых мясопродуктов[Текст]/ Рыжов С.А.// Мясная индустрия, 1998, №2, с. 10-13.
6. Афанасов Э.Э. Изотермический массоперенос в мясопродуктах и разработка методов его интенсификации [Текст]//Автореф. дисс.докт.тех.н. М.: ВНИИМП, 1981,47с.
7. Балабышко А.М. Гидромеханическое диспергирование [Текст]/ М.: Наука, 1998,350 с.
8. Бахир В.М. Электрохимическая активация [Текст]/ М.: ВНИИИМТ, 1992, с.189-195.
9. Бахир В.М. Электрохимическая активация: очистка воды и получение полезных растворов [Текст]/ М.: ВНИИИМТ, 2001, с.62-64.
10. Бернал Дж. Структура воды и ионных растворов [Текст]/Флаулер Р.//Успехи физических наук, 1934, №15, т. 14, с.586-595.
11. Богущ В.И. Разработка технологии производства мясных рубленых полуфабрикатов с применением сонохимических воздействий для системы

общественного питания [Текст]//Автореф. дисс. канд. тех. н. М.: МГУТУ им. Разумовского, 2011, 21с.

12. Большаков А.С., Эстебесов М.А., Забашта А.Г. Совершенствование техники посола при производстве соленых продуктов из говядины, баранины, конины. / Мясная промышленность. Обзорная информация. М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1981. с. 19.

13. Борисенко Л.А., Борисенко А.А., Брацихин А.А. Биотехнологические основы интенсификации мясных соленых изделий. / Под. ред. проф. Л.А. Борисенко. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 163 с.

14. Брацихин А.А. Исследование процесса тумблирования мяса в технологии соленых мясных изделий [Текст]//Дисс. канд. тех. н. Ставрополь: СКГТУ, 2002, 247 с.

15. Боресков В.Г. Теоретические и практические основы использования комплекса современных способов воздействия на биологические системы при производстве мясопродуктов [Текст]//Автореф. дисс.докт.тех.н. М.: МГИПБ, 1990, 44с.

16. Борисенко А.А. Термогравиметрический анализ форм связи влаги в соленой говядине [Текст]/Мясная индустрия, №7, 2001, с.45-46.

17. Бобренева И.В. Научное обоснование и разработка технологий функциональных продуктов питания с применением добавок биологического происхождения [Текст]/ Диссертация на соискание степени доктора технических наук М.: МГИПБ, 2005, 380 с.

18. Борисенко Л.А. Исследование кинетических закономерностей посола мяса биологическими активными рассолами [Текст]/Хранение и переработка сельхозсырья,, 1999, №6, с. 53-55.

19. Борисенко Л.А. Научно-технические основы интенсивных технологий посола мяса с применением струйного способа инъектирования многокомпонентных и активизированных жидких систем [Текст]//Автореф. дисс.докт.тех.н. М.: ВНИИМП, 1999, 49 с.

20. Борисова Г.Г. О влиянии качества воды на здоровье населения [Текст]/ Рыбаков Ю.С.// Современное хлебопекарное производство, перспективы его развития: Сборник научных трудов 7-ой Межрегиональной научно-практической конференции Екатеринбург, 2006, с. 55-59

21. Брачихин А.А. Научно-практические аспекты интенсификации технологических процессов с использованием наноактивированных жидких сред при производстве мясопродуктов [Текст]//Автореф. дисс.докт.тех.н. Ставрополь: 2009, 48с.

22. Бункин Н.Ф., Бункин Ф.В. Бабстоны, стабильные газовые микропузырьки в сильно разбавленных растворах электролитов// Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 1992. – Т.101, вып. 2. – С. 512 – 527.

23. Вернадский В.И. Жизнеописание. Избранные труды. Воспоминание современников. Суждения потомков. Составитель Г.П. Аксенов [Текст]/ М.: Современник, 1993,460с.

24. Венникова Л.Г. Технология мяса и мясных продуктов. – Киев: Фирма «ИНКОС», – 2006. – 600 с.

25. Витенько, Т.Н. Механизм активирующего действия гидродинамической кавитации на воду/ Т.Н. Витенько, Я.М. Гумницкий // Химия и технология воды. – 2007. – Т. 29, № 5. – С. 422...432.

26. Вода в пищевых продуктах / Под ред. Р.Б. Дакуорта. – Пер. с англ. – М.: Пищевая пром-сть, 1980 – 376 с.

27. Галстян А.Г., Червецов В.В., Туровская С.Н., Шкловец А.Н. Водоподготовка – фактор повышения экономической эффективности предприятий// ж. «Молочная промышленность». – 2011. – №2. – с. 58 – 60.

28. Ганоцкий, В. А. Особенности технологии производства полуфабрикатов из белого и красного мяса птицы / В.А. Ганоцкий, Л.П. Федина // Мясная индустрия. 2004. - №5. - С. 15-17.

29. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.1078-01. М.: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. - 168 с.

30. ГОСТ 3351-74. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 9 с.
31. ГОСТ 52407-2005. Вода питьевая. Методы определения жесткости. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 8 с.
32. ГОСТ 4011-72. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации общего железа. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1971. – 8 с.
33. ГОСТ 4386-89. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации фторидов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1990. – 7 с.
34. ГОСТ 4974-72. Вода питьевая. Методы определения содержания марганца. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1971. – 8 с.
35. ГОСТ 18826-73. Вода питьевая. Методы определения содержания нитратов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1974. – 9 с.
36. ГОСТ 4389-72. Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1973. – 8 с.
37. ГОСТ Р 53642-2009 Метод определения массовой доли общей золы
38. ГОСТ Р 52702-2006 Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия.
39. ГОСТ 21237 – 87 Мясо. Методы бактериологического анализа
40. ГОСТ 9959-91 Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки
41. ГОСТ 29128—91 Продукты мясные. Термины и определения по органолептической оценке качества.
42. Горбатов А.В. Реология мясных и молочных продуктов. – М.: Пищевая промышленность, – 1979. – 360 с.
43. Горбатов В.М. Физико-химические и биохимические основы технологии мяса и мясопродуктов. Справочник. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 496с.
44. Гущин В.В. Технология полуфабрикатов из мяса птицы [Текст] / Кулишев Б.В., Маковеев И.И., Митрофанов Н.С. // М.: Колос , 2002, 198 с.

45. Дежкунов Н.В. Оптимизация активности кавитации в импульсно модулированном ультразвуковом поле [Текст]/Игнатенко П.В., Котухов А.В.//Электронный журнал «Техническая акустика», <http://www.eita.org>, 2007, №16

46. Денисов В.В. Повышение эффективности обеззараживания питьевой воды [Текст]/ Москаленко А.П., Гутенев В.В.//Новочеркасск, НГМА, 1999, 70 с.

47. Другов Ю.С. Анализ загрязненных биосред и пищевых продуктов. Практическое руководство [Текст]/ Родин А.А.// М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2007, 249 с.

48. Жаринов А.И. Основы современных технологий переработки мяса. Эмульгированные и грубоизмельченные мясопродукты.– М.: Пищевая промышленность, 1997. – 294 с.

49. Жаринов А.И., Кузнецова О.В., Черкашина Н.А. Краткие курсы по основам современных технологий переработки мяса, организованные фирмой «Протеин Технолоджиз Интернэшнл» .Часть II. Цельно мышечные и реструктурированные мясопродукты. - М. : Протеин Технолоджиз Интернэшнл, 1997.-178 с.

50. Зацепина Г.Н. Физические свойства и структура воды [Текст]/ М.: МГУ, 1998, 184с.

51. Заяс Ю.Ф. Качество мяса и мясопродуктов [Текст]/ М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981, 480 с.

52. Заяс Ю.Ф. Ультразвук и его применение в технологических процессах мясной промышленности [Текст]/ М.: Пищевая промышленность, 1970, 253 с

53. Зенин СВ. Структурированное состояние воды как основа управления поведением и безопасностью живых систем [Текст]/Дисс.докт.биол. н. //М.: 1999, 207с.

54. Какимов А.К. Механическая обработка и технология комбинированных мясных продуктов. – Семиналатинск, Семиналатинский государственный университет им. Шакарима, 2006. – 143 с.

55. Кармас Э. Технология свежего мяса [Текст]/ Пер. с англ. // М.: Пищевая промышленность, 1979, 335 с.

56. Кнепп Р. Кавитация/ Дейли Дж., Хеммит Ф. . // М.: Мир, 1974, 430с.

57. Ковалева Г.Е. Использование электроактиватора воды для улучшения качества пшеничного теста в хлебопечении [Текст]//Дисс.канд.тех.н., Ставрополь, 2003, 250с.

58. Концепция Федеральной целевой программы «Обеспечение населения России питьевой водой»: Постановление Правительства РФ от 06.03.1998 № 292 [Текст] / / Российская газета, 24.03.1998.

59. Красуля О.Н. Исследование возможности применения сонотехнологий в производстве молочных напитков из восстановленного сырья [Текст]/ Шестаков С.Д., Черемных Е.Г., Тихомирова Н.А., Игнатьева О.Н., Марченко Д.М.// Молочная река, 2009, №3, с.38-41.

60. Красуля О.Н. О результатах исследований в области процессов и аппаратов пищевой сонотехнологии / Шестаков С.Д., Богуш В.И., Артемова Я.А., Косарев А.Е., Городищенский П.А.// Мясной ряд, №1(35), 2009, с.54-55.

61. Красуля О.Н. Опыт использования сонотехнологии в пищевой промышленности [Текст] / Шленская Т.В., Шестаков С.Д.// Сборник трудов XXII

62. Красуля О.Н. Процессы и аппараты пищевой сонотехнологии для мясной промышленности/ Шестаков С.Д., Богуш В.И., Артемова Я.А., Косарев А.Е., Городищенский П.А., Иванов А.А., Бефус А.У.// Мясная индустрия, №7, 2009, с.43-46.

63. Красуля О.Н. Процессы и аппараты пищевой сонотехнологии для мясной промышленности [Текст]/ Шестаков С.Д., Богуш В.И., Артемова Я.А., Иванов А.А., Бефус А.П., Городищенский П.А.//Мясная индустрия, 2009, №7, с.43-46

64. Кудряшов В.Л. Перспективы применения комплексных систем очистки воды на основе ультра- и нанофильтрационных мембран при производстве высококачественных напитков [Текст] / Прогрессивные экологически безопасные технологии хранения и комплексной переработки сельхозпродукции для создания продуктов питания повышенной пищевой и биологической ценностью: тезисы докладов второй Всероссийской научно-теоретической конференции. Российская академия сельскохозяйственных наук//Углич: Часть 1, 1996, с.314-315.

65. Липатов Н.Н. Формализованный анализ аминокислотной сбалансированности сырья, перспективного для проектирования продуктов детского питания с задаваемой пищевой адекватностью / Н.Н. Липатов, Г.Ю. Сажинов, О.И. Башкиров // Хранение и переработка сельхозсырья. -2001.- №8. - С. 11-14.

66. Лисицын А.Б. Методы практической биотехнологии. Анализ компонентов и микропримесей в мясных и других пищевых продуктах / А.Б. Лисицын, А.Н. Иванкин, А.Д. Неклюдов. - М.: ВНИИМП, 2002. - 408 с.

67. Лисицын А.Б. Основные направления развития науки и технологии мясной промышленности / А.Б. Лисицын, И.М. Чернуха // Мясная индустрия.- 2000.-№ 3.- С. 15-16.

68. Изменение структуры мяса при посоле в условиях виброперемешивания / А.А. Велюсов, Г.Е. Лимонов, В.И. Рощупкин, В.Э. Ступин .-Материалы XXIII Европейского конгресса научных работников мяс-иСА промышленности. Мадрид, 1982, с.544-546.

69. Мелихова Т.А. Разработка технологии реструктурированного продукта из баранины [Текст]//Диссертация на соискание степени канд. тех. н. Улан-Удэ.: ВСГУТУ, 2011, 110с.

70. Маргулис М.А. Звукохимия - новая перспективная область химии высоких энергий [Текст]/Химия высоких энергий, Т.38, 3, 2004.

71. Месхи А. И. Биохимия мяса, мясопродуктов и птицепродуктов.— М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984.— 280 с.

72. Митрофанов Н.С. Мясо птицы - важнейший компонент мясных продуктов / Н.С. Митрофанов // Мясные технологии. - 2007. - № 2. - С. 14-17.

73. Митрофанов Н.С. Мясо птицы - основа для расширения ассортимента мясных продуктов / Н.С. Митрофанов, И.И. Маковеев // Мясная индустрия. - 2006. - № 4. - С. 26-29.

74. Мойса В.Ю. Мясо индейки и продукты из него // Птица и птице-продукты. - 2005. - №5. - С. 43-44.

75. Николаев Н.С, Рыжов С А., Горбунов М .С Прогрессивный метод интенсификации посола мяса // Мясная индустрия, 2001, № 3, С. 36-37.

76. Общественное питание: справочник руководителя/ под ред. А. Д. Ефимова [Текст]// М: Экономические новости,2007,815с.

77. Отчет о Санитарно-эпидемиологическом контроле по Челябинску и Челябинской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.74.rospotrebnadzor.ru>

78. Отчет Министерства сельского хозяйства челябинской области по программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы.

79. Патент 2195841 РФ А23L1/00, А23L1/01 Способ тепловой обработки пищевых продуктов, преимущественно мяса, рыбы и птицы // Бадма-Церенов Е.Г., Бадмагоряев СИ., Бадмагоряева Н.С., 2003

80. Патент 2209112 РФ, МПК7 ВО 1Л 9/10. Кавитационный реактор для обработки жидких сред / Шестаков С.Д., 2003

81. Патент 2333154 РФ, 10.09.2008 Способ обеззараживания воды.

82. Способ стерилизации воды и жидких пищевых сред // Патент RU 2366347, 2009

83. Патент 2245624 РФ, МПК7 А23В4/02, А23L1/025, А23L1/31, А23L1/317. Способ производства мясопродуктов / Шестаков С.Д., 2005

84. Патент 2254911 РФ, МПК7 ВО 1Л 9/10. Способ обработки жидкости в кавитационном реакторе / Шестаков С.Д., 2005.

85. Патент 2254912 РФ, МПК7 ВО 1Л 9/10. Кавитационный реактор/Шестаков С.Д., 2005.

86. Патент 2286205 РФ, МПК7 В01F11/02, В0Ш9/10. Кавитационный реактор / Шестаков С.Д., 2006

87. Патент 2323578 РФ, МПК7 А23В 4/015. Способ посола мяса при производстве мясопродуктов / Шестаков С.Д., 2008

88. Патент 2331478 РФ, B02B 1/08, A21D 8/02, A23L 1/31, B01J 19/10, A01F 25/00, C02F 1/36. Способ гидратации биополимеров и продуктов из гидратированной биомассы / Шестаков С.Д., 2008.

89. Покровский А.А. Биохимические методы исследования в клинике [Текст] / А.А. Покровский. - М., 1969. - 233 с.

90. Производство мясной продукции на основе биотехнологии. Лисицын А.Б., Липатов Н.Н., Кудряшов Л.С., Алексахина В.А. Под общей ред. академика Россельхозакадемии Липатова Н.Н. – М.: ВНИИМН, 2005. – 369 с.

91. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. Избранные труды. // М.: Наука, 1979, 843с.

92. Рогов И.А. Биотехнология мяса и мясопродуктов. Курс лекций [Текст] / Жаринов А.И., Текутьева Л.А. // М.: ДеЛи, 2009, 293с.

93. Рогов И.А. Физические методы обработки пищевых продуктов [Текст] / Горбатов А.В. // М.: Пищевая промышленность, 1974, 380с.

94. Рогов И.А. Надтепловое изменение термодинамического равновесия воды и водных растворов: Заблуждения и реальность [Текст] / Шестаков С.Д. // Хранение и переработка сельхозсырья, 2004, №4, с. 17-20

95. Рогов И.А. Феноменология, моделирование и экспериментальные исследования процесса активирования водных растворов солей с целью снижения минерализации продуктов питания [Текст] / Шестаков С.Д. // Технологии, оборудование и компоненты для производства мясных продуктов здорового питания / под ред. И.А. Рогова, доклады международного научно-практического семинара, Вологда: 2004, с. 5-11.

96. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов // под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. - М.: Брандес, Медицина, 1998. - 342 с.

97. Рыжов С.А. Перспективные направления совершенствования шприцевания кусковых мясопродуктов [Текст] / Афанасов Э.Э. // Мясная индустрия, 1998, №2, с.10-13.

98. Сафронова Г.А. Современные тенденции разработки специальных продуктов направленного физиологического действия на мясной основе/ Г.А. Сафронова, Т.А. Рудинцева. - М.: АгроНИИТЭИММП, 1992. - 29 с.

99. Сапожников Н.Г. Экология воды [Текст] / Н.Г. Сапожников // Повышение эффективности сельской электрификации, 1996, с. 17-21.

100. Сборник технологических нормативов. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания [Текст] /М: Хлебпродинформ, 1996, 615с.

101. Справочник по разделке мяса, производства полуфабрикатов и быстрозамороженных готовых мясных блюд/под ред. Б.Е.Гутника [Текст]/М: Легкая и пищевая промышленность, 1984, 383с.

102. Степанов В.М. Молекулярная биология. Структура и функции белков [Текст] / под ред. акад А.С. Спирина//М: Высшая школа, 2002.

103. Стехин А.А. Структурированная вода. Нелинейные эффекты [Текст]/ Яковлева Г.В.//М: ЛКИ, 2008, 310с.

104. Сэмс Р.А. Переработка мяса птицы / Под ред. Алана Р. Сэмса; пер. с англ. под науч. ред. В.В. Гищина. – СПб.: Профессия, – 2007, – 432 с.

105. Технический Регламент. О требованиях к мясу сельскохозяйственной птицы, продуктам его переработки, их производству и обороту. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2008.

106. Технология мяса и мясопродуктов /Л.Т. Алехина, А.С. Большаков, В.Г. Боресков и др. // Учебное пособие под общ. ред. Рогова И.А.- М.: Агропромиздат, 1988. -575 с.

107. Тихомирова Н.А. Исследования России и Австралии в области сонохимических технологий продуктов питания становятся совместными [Текст] / Ашоккумар М., Красуля О.Н., Шестаков С.Д., Богуш В.И.// Материалы за VII международна научна практична конференция «Найновите постижения на европейската наука - 2011», София, «Бял ГРАБ-БГ», 2011, т. 35 «Химия и химически технологии», с. 64-77

108. Тихомирова Н.А. Гидродинамическая кавитация становится альтернативой ультразвуковой в сонохимических процессах производства молочных продуктов [Текст]/ Ашоккумар М., Красуля О.Н., Шестаков С.Д., Богуш В.И. // Переработка молока, 2011, №6, с. 25-30

109. Тихомирова Н.А. Сонохимическая водоподготовка в производстве молочных напитков для детского питания из восстановленного сырья [Текст]/ Шестаков С.Д., Красуля О.Н., Артемова Я.А. // Перспективы производства продуктов питания нового поколения: Сборник материалов IV международной научно- практической конференции, Омск: «Вариант-Омск», 2011, с. 260-262

110. Тышкевич С. Исследование физических свойств мяса [Текст] / Под ред. проф. Соколова А.А.// М.: Пищевая промышленность, 1972, 95с.

111. Указ Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. №120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации».

112. Химический состав пищевых продуктов: справочник / под. ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. Кн. 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ВО «Агропромиздат», 1987. - 224 с.

113. Хамаганова И.В., Мадагаев Ф.А. Замораживание электростимулированного парного мяса/ Мясная индустрия, 2000, № 8, с. 22-25

114. Хинт Й.А. Об основных проблемах механической активации [Текст]/Таллинн: ЭНИИНТИ и ТЭИ, 1977, 160с.

115. Хлебников В.И. Ливерная колбаса с биологически активной добавкой «Рапанин» / В.И. Хлебников, Е.А. Черемушкина, Г.П. Горошко // Мясная индустрия. - 2005. - № 12. - С. 28-31 с.

116. Хмелев В.Н. Ультразвуковая коагуляция аэрозолей [Текст] / Шалунов А.В. Цыганок С.Н., Барсуков Р.В., Сливин А.Н. // Бийск, Алтайский государственный университет им. Ползунова, 2010, 227с.

117. Хмелев В.Н. Ультразвуковое распыление жидкости [Текст] / Шалунов А.В., Шалунова А.В. // Бийск, Алтайский государственный университет им. Ползунова, 2010, 271с.

118. Хмелев В.Н. Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленном, сельском и домашнем хозяйстве [Текст] / Леонов Д.В., Барсуков Р.В., Цыганок С.Н. // Барнаул, 2007, 407с.

119. Цветкова А.М. Формирование потребительских свойств продуктов на основе мяса индейки [Текст]//Дисс. канд. тех. н. М.: МГУПП, 2012, – 308с.

120. Целевая программа ведомства «Развитие птицеводства в Российской Федерации на 2010 - 2012 годы», разработанная в соответствии с поручением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2010 г. N ВЗ-П11-2403 и от 4 августа 2010 г.

121. Чернуха И.М. Технология и практика производства мясных продуктов биокорректирующего действия путем системного управления трофологической цепью от поля до потребителя [Текст] / Автореф. дисс. докт. тех. н. – М.: МГУПБ, 2009. – 56 с.

122. Шестаков С.Д. Проблема оптимизации кондиционирования зерна в мукомольном процессе и один из путей ее решения [Текст] / Волохова Т.П. //Хранение и переработка сельхозсырья, 2000, №9, с. 24-28

123. Шестаков С.Д. Акустокавитационное кондиционирование зерна в мукомольном процессе [Текст]/ Волохова Т.П. // Тезисы доклада международной научно-технической конференции. Качество хлебопродуктов - 99, М.: 1999,с.45-46.

124. Шестаков С.Д. Восполнение утраченной мясом влаги путем управляемой гидратации его биополимеров при посоле [Текст] / Красуля О.Н., Бефус А.П. //Мясной ряд, 2008, №3, с. 38-40

125. Шестаков С.Д. Использование методов химии высоких энергий при переработке мяса [Текст] / Красуля О.Н., Бефус А.П.// Мясная индустрия, 2008, №10, с.28-30

126. Шестаков С.Д. Исследование возможности непараметрического усиления многопузырьковой кавитации [Текст]// Прикладная физика, 2008, №6, с. 18-23

127. Шестаков С.Д. К теории кавитационного реактора [Текст] // Сборник трудов XIII сессии Российского акустического общества, М.: ГЕОС, 2003, т.1, с. 252-255

128. Шестаков С.Д. Кавитационный реактор как средство приготовления и стабилизации эмульсий для хлебопекарной промышленности [Текст] // Хранение и переработка сельхозсырья, 2003, №3, с.27-30.

129. Шестаков С.Д. Многопузырьковая акустическая кавитация: Математическая модель и физическое подобие [Текст]// Электронный журнал «Техническая акустика», <http://www.ejta.org>, 2010, №14.

130. Шестаков С.Д. Об ультразвуковом экспресс-эмульгировании пищевых растительных жиров [Текст]/ Поландова Р.Д. // Тезисы доклада научно-технической конференции «Ультразвуковые технологические процессы – 98», М.: 1998, с. 77-80

131. Шестаков С.Д. Основы технологии кавитационной дезинтеграции [Текст]// М.: ЕВА-пресс, 2001, 120с.

132. Шестаков С.Д. Электронный журнал «Техническая акустика» [Электронный ресурс] / С.Д.Шестаков, О.Н. Красуля – Режим доступа: <http://www.ejta.org>, 2010, 10

133. Шленская Т.В. Повышение при сонохимической водоподготовке терморезистентности биологически активных компонентов пищевого сырья [Текст] / Красуля О.Н., Шестаков С.Д., Богуш В.И., Артемова Я.А. // Перспективы производства продуктов питания нового поколения: Сборник материалов IV международной научно- практической конференции, Омск: «Вариант-Омск», 2011, с. 289-292

134. Шестаков, С.Д. Технология и оборудование для обработки пищевых сред с использованием кавитационной дезинтеграции / С.Д.Шестаков, О.Н.Красуля, В.И.Богуш, И.Ю.Потороко. – М.: Изд-во «ГИОРД», 2013. – 152 с.

135. Шпак И.Е. Химия воды и микробиология. Часть 1. Химия воды [Текст] /Учебное пособие, Саратов: Саратовский государственный технический университет, 2004, 98с.

136. Юдаев В.А. Акустическая коагуляция аэрозолей // Бюллетень строительной техники, 2004, №6
137. Ashokkumar M. et al. Hot topic: Sonication increases the heat stability of whey proteins [Текст]// J. Dairy Sci., 92, 2009, p.p. 5353-5356
138. Ashokkumar M. et al. The ultrasonic processing of dairy products. [Текст]// Dairy Science and Technology, K90, 2010, pp. 147-168
139. Ashokkumar M. Hydrodynamic cavitation an alternative to ultrasonic food processing [Текст]/ Rink R., Shestakov S. // Electronic Journal «Technical Acoustics», <http://www.eita.org>, 2011, №9
140. Ashokkumar M. et al. Modification of food ingredients by ultrasound to improve functionality: A preliminary study on a model system [Текст]// Innovative Food Science and Emerging Technologies, №9, 2008, p. 155-160
141. Bergmann L. Der Ultraschall und seine Anwendung in Wissenschaft und Technik [Текст]//Zurich, 1954, 260p.
142. Deng Y. Relationship between Thermal denaturation of porcine muscle proteins and water-holding capacity [Текст] / Y. Deng et al. // J. Food Sci. 2002, №5, p. 67.
143. Dezhkunov N. V. et al. Enhancement of sonoluminescence emission from a multibubble cavitation zone [Текст]// Ultrasonics Sonochemistry, 2000, №7, pp. 7-9
144. Flannigan D. Plasma formation and temperature measurement during single-bubble cavitation [Текст]/ Suslik K. // Letters to Nature, 2005, 434
145. Floris F.M. Modeling the Cavitation Free Energy // The Journal of Physical Chemistry [Текст]//2005, V. 109 (50), pp. 24061-24070
146. Frusteri F. Partial oxidation of ethane in a three-phase electro-fenton system [Текст]// Studies in Surface Science and Catalysis, 1998, v. 119, p. 429-434
147. Gaitan D. Pressure pulses from transient cavitation in high-q resonators [Текст] /Tessien R. and Hiller R // 19th ICA Congress, Madrid: 2007.
148. ISO 5497:1982 Sensory analysis. Methodology. Guidelines for the preparation of samples for which direct sensory analysis is not feasible
149. ISO 6658:1985 Sensory analysis. Methodology. General guidance

150. ISO 6564:1985 Sensory analysis. Methodology. Flavour profile methods
151. ISO 8586-1:93 Sensory analysis. General guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 1: Selected assessors.
152. ISO 20252-2006 Market, opinion and social research - Vocabulary and service requirements.
153. ISO 8586-2:94 Sensory analysis. General guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 2: Experts
154. ISO 8587:1998 Sensory analysis. Methodology. Ranking
155. ISO 8588:1987 Sensory analysis. Methodology. «A» «not A» test
156. ISO 8589:1988 Sensory analysis. General guidance for design of test rooms
157. ISO 10399:91 Sensory analysis. Methodology. Duo-trio test
158. ISO 11035:94 Sensory analysis. Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach
159. ISO 11036:94 Sensory analysis. Methodology. Texture profile
160. Jinesh K.B. Experimental evidence for ice formation at room temperature [Текст]/ Frenken J.W.M.// Physical Review Letters, 2008, v. 101, pp.36101
161. Klotz A.R. Simulations of the Devin and Zudin modified Rayleigh-Plesset equations to model bubble dynamics in a tube [Текст]/ Flynnynen K. // Electronic Journal «Technical Acoustics», <http://www.eita.org>, 2010, №11
162. Krefting D. High-speed observation of acoustic cavitation erosion in multibubble systems [Текст]/ Mettin R. and Lauterborn W. // Ultrasonics Sonochemistry, v. 11
163. Lahey R. T. Sonofusion technology revisited [Текст] / Nigmatulin R. I. // Nuclear Eng. and Design, v.237, 2007
164. Margulis M.A. Sonochemistry and Cavitation [Текст]// London: Gordon & Breach, 1995, 304p.
165. Matula T. J. et al. Comparison of multibubble and single-bubble sonoluminescence spectra [Текст]// Physic Review Letters, 1995, №75
166. Mawson R. A brief history of the application of ultrasonics in food processing [Текст]/ Knoerzer K. // 19'th IC A Congress, Madrid, 2007, 68p. '

167. Mettin R., Koch Ph. and Lauterborn W. Modeling acoustic cavitation with bubble redistribution // 6 th International Symposium on Cavitation, Wageningen: 2006
168. Nigmatulin R. I. et al. The Theory of supercompression of vapor bubbles and nano-scale thermonuclear fusion [Текст]// Physics of Fluids, 2005, pp.1706-1710
169. Dowiercial R. Influence of tumbling and electrical stimulation on distribution and content of sodium nitrite and sodium chloride in bacon.-J. Food science, 1980, v.45, № 5, p. 1301-1304.
170. Patent 1609368 EP, Int CI. A23B4/01, A23B4/02, A23B4/26, A23L1/30, A23L3/31, A23L3/025, A23L3/3 17. Method for producing meat foods / Shestakov S.D., 2007
171. Patent 1629885 EP, Int CI. B 01 J 19/10. Kavitationsreaktor zur behandlung von flussigkeitsstrom / Shestakov S.D., 2006
172. Patent 1800744 EP, Int CI. B 01 J19/10. Verfahren zur behandlung von flussigkeiten in kavitationsreaktor/ Shestakov S.D., 2007
173. Patent 1810747 EP, Int CI. B01J19/10, A23L3/015, A61L2/00, A61L2/025, B01F3/08, BO 1J19/00. Kavitationsreaktor / Shestakov S.D., 2007
174. Shestakov S.D. Technologies of Cavitation Decomposition in Bread Production [Текст]/ Polandova R.D., Volokhova T.P // 2-nd International Wheat Quality Conference, Manhattan: 2001, pp. 229-231
175. Smith O.K., Dutson T.R., Cross H.R. Electrical stimulation of hide-off and hide-off calf carcasses. - J. Food science, 1979, v. 44, № 2, p. 335-338
176. Water relations of foods / Edited by R.B. Duckworth//London academic press, 1975 ,275 p.
177. Zisu B. Ultrasonic processing of dairy systems in large scale reactors [Текст]/ Bhaskaracharya R., Kentish S. and Ashokkumar M // Ultrasonics Sonochemistry, 2010, v.17, pp. 1075-1081.
178. Ультразвуковые технологии и установки. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.reltec.biz/ru>
179. Ультразвук для обработки жидкости [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hielscher.com>

180. Особенности производства экстракционных продуктов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.biozevtika.ru>

181. Ультразвуковые аппараты и технологии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.u-sonic.com>

182. Технологии использования ультразвука в пищевых средах [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bio-x.ru>

183. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2020 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70067828/>

184. Международный форум птицеводов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pticegrad.ru/pticefabriki.php>

185. Целевая программа ведомства «Развитие птицеводства в Российской Федерации на 2010 – 2012 гг. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nbchr.ru/virt5/pdf/2.9.pdf>

186. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности мяса и мясной продукции" (ТР ТС 034/2013). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499050564>

Приложение 1



АКТ

Основание: отработка технологии изготовления натуральных полуфабрикатов цыплят-бройлеров (готовых к термической обработке) – грудка и бедро с использованием пищевых жидких сред (рассолов для шприцевания), полученных на основе эффектов кавитации, с помощью аппарата ультразвукового технологического «Волна» модель УЗТА 0,4/22-ОМ.

Комиссия в составе гл.технолога (Лавриной О.А.), начальника лаборатории (Слепневой О.В.), аспиранта (Цирульниченко Л.А.) составила настоящий акт о том, что в феврале 2014 года в условиях мясоперерабатывающего цеха проводилась экспериментальная проверка модифицированной технологии производства натуральных полуфабрикатов цыплят-бройлеров (грудка, бедро) с использованием кавитационно активированных пищевых жидких сред с помощью аппарата ультразвукового технологического «Волна» модель УЗТА 0,4/22-ОМ, которые применялись для шприцевания.

Алгоритм технологического процесса.

Части тушки цыплят-бройлеров (грудка и бедро), поступающего на переработку в охлажденном и дефростированном состоянии, методом шприцевания вводились жидкие пищевые среды (рассолы в количестве 30% к массе сырья), прошедшие предварительную обработку с помощью аппарата ультразвукового технологического «Волна» (модель УЗТА 0,4/22-ОМ с частотой механических колебаний 22 кГц). Параметры обработки с учетом вида сырья:

- охлажденное сырье – 180 Вт, 1,8 мин;
- дефростированное сырье – 180 Вт, 2,3 мин.

Ультразвуковое воздействие осуществлялось на этапе приготовления пищевых жидких сред (рассолов), которые вводились в части тушки методом шприцевания, после чего выработка натуральных полуфабрикатов проводилась по одной из схем:

- 1) посол (4 часа), фасовка, упаковка, охлаждение;
- 2) массажирование (15 об/мин, 2 часа), фасовка, упаковка, охлаждение;

Технологический процесс контрольных образцов натуральных полуфабрикатов цыплят-бройлеров осуществлялся по традиционной технологии.

Органолептическая оценка качества полученных образцов показала, что натуральные полуфабрикаты цыплят-бройлеров, выработанные по технологии с применением пищевых жидких сред на основе эффектов кавитации, имели лучшие характеристики по вкусу, запаху, консистенции, сочности по отношению к контрольным. Внедрение ультразвуковой обработки пищевых жидких сред позволило интенсифицировать процесс посола, улучшить функционально-технологические свойства и микробиологические показатели качества полуфабрикатов, увеличить выход продукта, а также отказаться от применения солей фосфорной кислоты.

Разработанный способ может быть рекомендован для практического использования на предприятиях пищевой отрасли для повышения качества и потребительских свойств продукции.

Производственный директор

 /Даниленко М.В.

Гл.технолог

 /Лаврина О.А.

Начальник лаборатории

 /Слепнева О.В.

Аспирант

 /Цирульниченко Л.А.



АКТ

Основание: экспериментальная проверка технологии изготовления рубленых полуфабрикатов типа «Нагетсы» из мяса цыплят-бройлеров с использованием пищевых жидких сред (рассолов), полученных на основе эффектов кавитации, с помощью аппарата ультразвукового технологического «Волна» модель УЗТА 0,4/22-ОМ.

Настоящий акт составлен о том, что в феврале 2014 года были проведены производственные испытания модифицированной технологии производства рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров (типа «Нагетсы») в условиях мясоперерабатывающего цеха по утвержденным рецептурам.

Технологический процесс.

В подготовленные мясные фарши (из мяса цыплят-бройлеров, поступающего на переработку в охлажденном, подмороженном и дефростированном состоянии) вводились жидкие пищевые среды (рассолы в количестве 30% к массе сырья), прошедшие предварительную обработку с помощью аппарата ультразвукового технологического «Волна» (модель УЗТА 0,4/22-ОМ с частотой механических колебаний 22 кГц). Параметры обработки с учетом вида сырья:

- охлажденное сырье – 180 Вт, 1,8 мин;
- подмороженное сырье – 180 Вт, 2,1 мин;
- дефростированное сырье – 180 Вт, 2,3 мин.

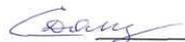
Ультразвуковое воздействие осуществлялось на этапе приготовления пищевых жидких сред (рассолов), которые вводились в подготовленный фарш, после чего выработка рубленых полуфабрикатов проводилась по схеме: посол (2 часов – охлажденное и подмороженное сырье; 2,5 часов – дефростированное сырье), формование, фасовка, упаковка, охлаждение.

Технологический процесс контрольных образцов рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров типа «Нагетсы» осуществлялся по традиционной технологии.

Органолептическая оценка качества полученных образцов показала, что рубленые полуфабрикаты из мяса цыплят-бройлеров типа «Нагетсы», выработанные по технологии с применением пищевых жидких сред на основе эффектов кавитации, имели лучшие характеристики по вкусу, запаху, консистенции, сочности по отношению к контрольным. Внедрение ультразвуковой обработки пищевых жидких сред позволило интенсифицировать процесс посола, улучшить физико-химические и микробиологические показатели качества полуфабрикатов, а также отказаться от применения солей фосфорной кислоты.

Разработанный способ может быть рекомендован для практического использования на предприятиях пищевой отрасли для повышения качества и потребительских свойств продукции.

Производственный директор

 /Даниленко М.В.

Гл.технолог

 /Лаврина О.А.

Аспирант

 /Цирульниченко Л.А.

Дегустационная шкала для оценки вкуса и аромата, консистенции ППМЦБ

Критерий	Характеристика критерия, балл								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Вкус и аромат									
Интенсивность	очень интенсивные, ярко выраженные, глубокие, насыщенные	интенсивные, ярко выраженные, глубокие, насыщенные	достаточно интенсивные, выраженные, насыщенные.	менее выражены, слабо насыщены	недостаточно выражены, слабые, плохо проявляется	крайне слабо выражены	не выражены, слабые	не выражены	отсутствуют
Гармоничность	очень гармоничные, очень приятные	гармоничные, приятные	достаточно гармоничные и приятные	недостаточно гармоничные, но приемлемые	недостаточно гармоничные, недостаточно приятное послевкусие	не гармоничные, выраженное неприятное послевкусие	не гармоничные, ярко выраженное неприятное послевкусие	не гармоничные, не приятные	не гармоничные, не приятные, с выраженными пороками
Типичность	мясные, очень типичные, ярко выраженные, без посторонних привкусов и запахов.	мясные, типичные, ярко выражены, без постороннего привкуса и запаха.	мясные, достаточно типичные, выраженные, без постороннего привкуса и запаха.	типичные, но недостаточно выражены, без постороннего привкуса и запаха.	недостаточно типичные, отсутствуют легкие оттенки постороннего привкуса и запаха.	несвойственные, мало типичные, присутствуют легкие оттенки постороннего привкуса и запаха	несвойственные, мало типичные, присутствие постороннего привкуса и запаха	нестандартные, с посторонним вкусом и запахом	специфические, нехарактерные, ярко выражены посторонние привкус и запах.
Консистенция									
Мягкость	очень нежная	нежная	достаточно нежная	недостаточно нежная	удовлетворительная	жестковатая	немного жесткая	жесткая	очень жесткая
Упругость	упругая, эластичная, плотная	менее упругая, менее эластичная	достаточно упругая	недостаточно упругая и эластичная	средняя степень упругости, пластичности,	недостаточно упруга, эластична	мало упругая, мало эластичная	излишне упругая, тугая, слегка пружинистая,	резиноподобная
Сочность	очень сочная, слегка влажная на срезе	сочная, слегка влажная на срезе	достаточно сочная	недостаточно сочная,	сочность удовлетворительная, при нажатии рассол капельно выделяется между слоями	мало сочная, сухая на срезе	мало сочная, немного суховатая	не сочная, суховатая	сухая
Нежность	очень нежная, очень приятная,	нежная, приятная	достаточно нежная	не достаточно нежная, не мягкая	грубоватая, неоднородная	грубоватая, жестковатая	грубоватая, жестковатая, волокнистая	грубая, жесткая	очень грубая, жесткая, волокнистая

Пережевываемость	очень легко пережевывается, без усилий	легко пережевывается, хорошо разделяется.	достаточно легко пережевывается	недостаточно легко пережевывается, требуются усилия.	пережевывается не очень хорошо, чувствуется жесткость	требуется относительно длительное время для разжевывания.	трудно пережевывается, требуются значительные усилия	практически невозможно пережевать	невозможно пережевать, очень жесткая
------------------	--	---	---------------------------------	--	---	---	--	-----------------------------------	--------------------------------------



ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



XVI Российская агропромышленная выставка / 16th Russian Agricultural Exhibition
**ЗОЛОТАЯ
ОСЕНЬ | GOLDEN
АУТУМН**

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ СЕРЕБРЯНОЙ МЕДАЛЬЮ

**ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный национальный
исследовательский университет», г. Челябинск**

*За создание эффективных методов селекции и биотехнологии
пищевых сред мяса птицы*

МИНИСТР СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

N.V. Fedorov
ФЕДОРОВ Н.В.

МЭР МОСКВЫ

СОБЯНИН С.С.

8-11 октября 2014
Москва, ВДНХ

КОНКУРС «ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ»
В РАМКАХ XXI ОБЛАСТНОЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОЙ ВЫСТАВКИ «АГРО-2014»



Диплом

награждается

золотой медалью

**ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский
государственный университет»,
национальный исследовательский университет**

за инновационную разработку:

«Способ производства полуфабрикатов из мяса птицы (цыплят-бройлеров) для модификации недостатков исходного сырья и получения продуктов с улучшенными потребительскими свойствами»

Министр сельского хозяйства
Челябинской области




С. Ю. Сушков

г. Челябинск

**ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНСТРУКЦИИ
по изготовлению и применению рассолов, подвергнутых воздействию
ультразвуковой кавитации, при производстве продуктов переработки мяса
цыплят-бройлеров**

1. Назначение и область применения

1.1 Настоящая технологическая инструкция распространяется на приготовление и применение водных посолочных растворов (далее – кавитационные рассолы), подвергнутых воздействию ультразвуковой кавитации, и их последующее использование. Инструкция регламентирует приготовление кавитационных рассолов и их обработку в реакторе кавитационном ультразвуковом (далее- РКУ), предназначенным для повышения дисперсности жидких и твердых фаз, находящихся в воде, истинных и коллоидных водных растворах, а также увеличения степени диссоциации растворенных веществ.

1.2 Технологическая инструкция устанавливает порядок использования приготовленных кавитационных рассолов при производстве мясопродуктов и полуфабрикатов из реструктурированного (измельченного) мясного сырья.

1.3 Кавитационные рассолы, изготовленные в соответствии с настоящей технологической инструкцией, применяют при производстве реструктурированных мясных продуктов в целях:

- повысить степень гидратации белков, увеличить количество удерживаемой влаги в фарше, увеличить выход готового продукта, уменьшить в производимых продуктах содержание используемых влагоудерживающих добавок (пищевых фосфатов, камедей, гидроколлоидов и т.п.);

- улучшить функционально-технологические свойства получаемого фарша, за счет повышения степени экстрагирования воды и солерастворимых белков,

- сохранить потребительские свойства производимых продуктов переработки мяса цыплят-бройлеров, за счет снижения бактериальной обсемененности воды и компонентов рассола, а также бактериостатических эффектов, возникающих при смешивании кавитационного рассола с

измельченным мясом.

2. Характеристика применяемого сырья

2.1 Для изготовления кавитационного рассола применяют следующее оборудование, ингредиенты и добавки:

- воду питьевую по ГОСТ Р 51232, по СанПиН 2.1.4.1074-01;
- соль поваренную пищевую по ГОСТ Р 51574;
- натрий азотистокислый (нитрит натрия) по ГОСТ 4197;
- комплексные функциональные добавки;
- реактор кавитационный ультразвуковой.

2.2 Все пищевые ингредиенты и добавки должны сопровождаться документацией, удостоверяющей их безопасность и качество, и соответствовать «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), СанПиН 2.3.2.1078, СанПиН 2.3.2.1293, ТР ТС 029/2012.

3. Процесс изготовления кавитационных рассолов

3.1 Кавитационный рассол представляет собой насыщенный раствор соли/нитритной соли с добавленными или без пищевых фосфатов, комплексных пищевых добавок, обработанный в РКУ, согласно установленных режимов.

3.2 Подготовка мясного сырья и ингредиентов

3.2.1 Предварительно мясное сырье подвергают технологическим операциям (дефростации, обвалке, жиловке, измельчению), согласно технологических инструкций по производству данного вида продукта.

3.2.2 Подготовку поваренной соли проводят в соответствии с технологической инструкцией по производству конкретного вида продукта, утвержденной в установленном порядке.

Использование нитритной соли осуществляют согласно рекомендаций по применению.

Нитрит натрия применяют в виде раствора, который готовят в соответствии

с технологической инструкцией по применению посолочных смесей, утвержденной в установленном порядке.

3.3 Изготовление кавитационного рассола

3.3.1 Кавитационный рассол готовят из поваренной соли /функциональной смеси и воды.

Допускается одновременно с поваренной солью растворять нитрит натрия.

Процесс растворения ингредиентов кавитационного рассола осуществляется вручную, а также с использованием миксера, солерастворителя.

Затем раствор пропускают через РКУ, дозируют и передают на приготовление фарша /инъекцию.

Не допускается хранение кавитационного рассола.

Не допускается использование протяженных магистралей для транспортирования кавитационного рассола.

3.3.2 Максимальное хранение кавитационного рассола – 20 минут.

4 Посол сырья и приготовление фарша

4.1 При составлении фарша все необходимые ингредиенты, за исключением воды, взвешивают согласно рецептуры для конкретного вида продукции.

4.2 Охлажденное и измельченное мясное сырье загружают в мешалку или подается на инъекцию, куда подается дозированный свежеприготовленный кавитационный рассол. Количество добавленного кавитационного рассола составляет 30% к массе сырья.

Количество, последовательность закладки компонентов осуществляют согласно технологической инструкции по производству данного вида мясной продукции.

При использовании комплексных пищевых добавок возможно их количество уменьшить на 50–75%.

5 Требования к продукции и производству

Требования к готовой продукции, контроль и метрологическое обеспечение

производства, маркировка, упаковка, санитарно-гигиенические требования, требования безопасности и требования охраны окружающей среды соблюдаются согласно действующей документации по производству конкретного вида продукции.