

На правах рукописи



ПЕТИЙ ИРИНА АЛЕКСАНДРОВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МЯСНЫХ
ПОЛУФАБРИКАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЫРЬЯ С
ПОНИЖЕННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ
СВОЙСТВАМИ**

05.18.04 Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и
холодильных производств

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Калининград — 2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Калининградский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «КГТУ»)

Научный руководитель кандидат технических наук, доцент, декан механико-технологического факультета **Притыкина Наталья Анатольевна**

Официальные оппоненты:

Глотова Ирина Анатольевна – доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени Петра I», кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, профессор

Артамонова Марина Петровна – к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ)», кафедра «Бизнес-технологий мясных и молочных продуктов», и.о. заведующего кафедрой, профессор

Ведущая организация

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Защита диссертации состоится « 31 » мая 2018 г. в 14 ч. 00 мин. на заседании диссертационного совета Д 307.007.01, созданного на базе Федерального бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Калининградский государственный технический университет», по адресу: 236022, г. Калининград, Советский пр-т, д. 1, зал заседаний совета (ауд. 255)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

<http://www.klgtu.ru/scince/>

E-mail: olga/anoхина@klgtu.ru

Факс: 8 (4012) 99-53-46

Автореферат разослан « » 2018 г.

Учёный секретарь диссертационного совета
кандидат технических наук, доцент



Анохина Ольга Николаевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В настоящее время в пищевой промышленности наблюдается заметное увеличение спроса на продукты быстрого приготовления, практически готовых к употреблению, в частности мясные полуфабрикаты (МПФ) высокой степени готовности. По данным Росстата за 2016 г. наблюдалось увеличение объема потребления таких полуфабрикатов на 12 % в сравнении с прошлым годом, что составляет 795 тыс. тонн. Приоритетность выпуска таких полуфабрикатов обоснована такими факторами, как быстрота приготовления, невысокая стоимость, поликомпонентный состав.

Сложившаяся в условиях продуктового эмбарго экономическая ситуация в РФ привела к значительному увеличению цен на мясное сырье, что сказалось на экономике российских мясоперерабатывающих предприятий. Для сохранения невысокой стоимости готовой продукции производители вынуждены сокращать издержки производства путем замены высокосортного сырья низкосортным и использования сырья с пониженными функционально-технологическими свойствами (ФТС). Одним из видов такого сырья является мясо с нетрадиционным ходом автолиза, в частности с PSE – характеристиками, доля которого за последнее десятилетие выросла до 40 % от общей массы поступающего на переработку сырья. При производстве продуктов из такого сырья по традиционным технологиям не достигается требуемое качество, готовые изделия имеют несвойственный кислый привкус, бледную окраску, значительные отклонения в консистенции, при этом возрастает количество брака, увеличиваются потери при термической обработке и соответственно снижается выход готовой продукции, что отрицательно сказывается как на объемах производства, так и на его экономической эффективности. Проблемой сегодняшнего производства мясных полуфабрикатов является также их пониженная хранимоспособность, следствием чего являются их невысокие сроки годности и хранения, пролонгирование которых возможно как за счет корректировки параметров и технологических операций, так и подбора рецептурных составляющих при использовании свинины с PSE-характеристиками.

Важной задачей производителей мясных полуфабрикатов сегодня является изготовление качественной продукции с использованием свинины с PSE-характеристиками, рациональное использование субпродуктов и мяса птицы, обладающих пониженной стоимостью. При этом возможно направленное получение изделий с высокими органолептическими свойствами и сбалансированным аминокислотным составом белков. Повысить пищевую ценность полуфабрикатов возможно введением в их состав растительных ингредиентов (облепиховый сок, петрушка, чеснок), обладающих не только ценным химическим составом, но и консервирующим эффектом, что позволяет получать поликомпонентные комбинированные изделия с оригинальными характеристиками и пролонгированным сроком годности.

Данное направление развития мясной отрасли согласуется с государственной политикой РФ в области здорового питания населения до 2020 г., в соответствии с которой ее приоритетной задачей является выпуск качественной, безопасной, сбалансированной по пищевым ингредиентам продукции с высокими потребительскими свойствами.

Степень разработанности темы. Многие российские и зарубежные ученые в разные годы занимались совершенствованием технологии мясных полуфабрикатов.

Влияние технологических операций и ингредиентов на изменение качества мясного сырья с низкими ФТС изучали А.И. Жаринов (1998-2011), Н.К. Журавская (1985), Е.В. Литвинова (1989), А.А. Белоусов (1990), К.О. Honikel (1889-1993), Г.И. Касьянов (1992), Т. Grandin (1994), О.В. Кузнецова, Н.А. Черкашина (1994-1997), Л.С. Кудряшов (1995), Л.В. Антипова (1994-2000), И.А. Рогов (2003-2009), G. Feiner (2006), О.Н. Красуля (2010), В.А. Литвинова (2012), Е.Г. Стукалова (2014) и др. Разработкой новых способов производства мясных полуфабрикатов из вторичного животного и растительного и сырья занимались В.А. Фесик (2002), О.И. Квасенков (2004), С.Д. Патюков (2013). Исследования в области разработки и получения мясных полуфабрикатов высокой степени готовности произведены В.В. Березиной (1999), Д.И. Яблоковым (2005), В.И. Шипулиным (2007), Н.Д. Лупандиной (2007), Н.С. Родионовой (2013), Е.С. Поповым (2013), И.А. Скоркиной (2014), Н.В. Кенийз (2014).

Однако, несмотря на большой объем исследований, перспективы совместного использования в рецептуре мясных полуфабрикатов свинины с пониженными ФТС в составе поликомпонентной мясной композиции, включающей различное мясное сырье и облепиховый сок, при создании продуктов повышенной пищевой сбалансированности и пролонгированного срока годности оказались недостаточно проработаны.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является научное обоснование совершенствования технологии мясных полуфабрикатов высокой степени готовности из свинины с пониженными ФТС в сочетании с мясом птицы, говядины, субпродуктами и растительными ингредиентами, сбалансированных по аминокислотному составу белков, обладающих увеличенным сроком хранения.

Для достижения поставленной цели решались следующие основные задачи:

- 1) провести анализ научной литературы и патентной информации;
- 2) обосновать выбор мясного сырья, растительных ингредиентов и пищевых добавок на основании их состава и свойств, предназначенных для изготовления полуфабрикатов повышенной пищевой сбалансированности;
- 3) провести моделирование состава рецептурной смеси мясного рубленого полуфабриката с установлением рациональных значений дозировок вносимых компонентов;
- 4) разработать рациональный режим массирования многокомпонентной фаршевой смеси, позволяющий сократить потери при термической обработке, улучшить ФТС и органолептические показатели многокомпонентной фаршевой смеси и полуфабрикатов;
- 5) установить рациональный режим термической обработки, позволяющий получать полуфабрикаты с минимальными потерями массы и высокими показателями качества;
- 6) обосновать выбор температуры замораживания МПф высокой степени готовности;
- 7) разработать технологическую схему производства и техническую документацию на МПф высокой степени готовности;
- 8) исследовать качество и безопасность МПф по комплексу показателей; провести промышленную апробацию технологии в производственных условиях и определить сроки годности и хранения продукции;
- 9) оценить эффективность разработанной технологии.

Научная новизна результатов диссертационной работы заключается в:

- научном обосновании и экспериментальном подтверждении целесообразности комбинирования композиции из свинины с пониженными ФТС с говяжьим сердцем, го-

вядиной и мясом индейки с растительными компонентами (сок облепихи, петрушка, чеснок) при проектировании мясного полуфабриката повышенной пищевой ценности;

- модифицировании формулы расчета режима массирования и доказательстве эффективности его применения для заданной мясной композиции с целью улучшения функционально-технологических свойств;

- установлении особенностей изменения функционально-технологических свойств мясного сырья от параметров его механической обработки;

- обосновании температурно-временных параметров термической обработки мясного сырья, позволяющих получать продукцию с улучшенными структурно-механическими и органолептическими свойствами при минимальных потерях массы;

- изучении особенностей изменения органолептических характеристик мясных полуфабрикатов, показателей гидролитической и окислительной порчи их жиров при холодильном хранении.

Теоретическая значимость работы заключается в предложении пути решения актуальной задачи использования сырья с пониженными ФТС для создания полуфабрикатов высокой степени готовности повышенной пищевой сбалансированности и пролонгированного срока хранения; получении новых эмпирических данных, позволяющих совершенствовать методологию расширения ассортимента мясопродуктов.

Практическая значимость работы заключается в:

- разработке поликомпонентного состава рецептуры мясного полуфабриката высокой степени готовности на основе 4-х видов мясного сырья с растительными добавками;

- обосновании технологии мясных полуфабрикатов трёх видов продукции (полуфабрикатов) - для бургеров и бутербродов, фарша для начинок и вторых блюд, для салатов и закусок;

- разработке и патентовании способа получения мясного полуфабриката высокой степени готовности (патент РФ № 2565226, заявл. 03.07.2014; опубл. 20.10.2015);

- разработке технической документации: ТУ 10.13.14.190-004-00471544-2018 и соответствующей ТИ «Мясные полуфабрикаты высокой степени готовности»;

- подтверждении при производственной апробации перспективности использования данной технологии и ее эффективности, подтвержденной экономическими расчетами;

- внедрении результатов исследований в образовательный процесс подготовки студентов бакалавриата и магистратуры по дисциплинам модуля «Технология мяса и мясных продуктов» кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «КГТУ».

Методология и методы исследований основаны на системном подходе к достижению цели, использовании современных аналитических методик (стандартных, общепринятых), метода компьютерного моделирования рецептур.

Положения, выносимые на защиту:

- 1) рецептура мясорастительной фаршевой смеси для получения мясного полуфабриката высокой степени готовности, сбалансированного по аминокислотному составу;

- 2) совершенствование технологии мясного полуфабриката повышенного качества с обоснованием применения и корректированием режима массирования и параметров термической обработки;

- 3) сроки годности мясного полуфабриката, его показатели качества и безопасности обусловлены факторами рецептуры и технологии.

Достоверность результатов подтверждается трехкратной повторностью опытов, воспроизводимостью экспериментальных данных, их статистической обработкой с использованием пакета Microsoft Office Excel 2010, апробацией технологического решения в производственных условиях. Качество и соответствие разработанных полуфабрикатов высокой степени готовности требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013) подтверждены исследованиями в аккредитованных лабораториях «Микро- и нанотехнологий» и научно-исследовательской ихтиопатологической лаборатории кафедры ихтиологии и экологии ФГБОУ ВО «КГТУ», испытательном центре Атлантического научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «АтлантНИРО»).

Апробация результатов. Основные результаты и материалы представлялись на X, XII МНК «Инновации в науке, образовании и бизнесе» (Калининград, 2012, 2014); 9-ой МЗНТК «Глобальная научная интеграция» (Тамбов, 2013); 8-ой МТК «Наука и устойчивое развитие общества. Наследие Вернадского» (Тамбов, 2013); МНТК (заочная), «Инновации и современные технологии пищевых производств» (Владивосток, 2013); МНТК (заочная) «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство» (Воронеж, 2013), I – НПК (научно-практическая конференция) «Инновации в технологии продуктов здорового питания» (Калининград, 2014); IV МНТК "Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений" (заочная) (Воронеж, 2014); МНПК «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение» (Воронеж, 2014); МНПК «Инновационные технологии переработки сырья животного происхождения» (Краснодар, 2015); III Балтийский морской форум: XIII Международная научная конференция «Инновации в науке, образовании и бизнесе – 2015» (Калининград, 2015); МНК III Балтийский морской форум «Инновации в технологии продуктов здорового питания» (Калининград, 2015).

Исследования проводились в рамках госбюджетных НИР кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «КГТУ», программы «У.М.Н.И.К.- 2015» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Калининград, 2015).

Личное участие автора в 2013-2017 гг. состояло в формулировании цели и задач научной работы, разработке схемы исследований, участии в аналитических испытаниях, анализе полученных данных и интерпретации результатов работы.

Публикации. Основное содержание диссертации опубликовано в 15 печатных работах, в т.ч. 2 в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 1 патент РФ в соавторстве.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, методической части, результатов и их обсуждения, заключения, списка использованных источников (241 источника, в т.ч. 29 иностранных). Работа изложена на 214 страницах, содержит 31 таблицу, 26 рисунков и 11 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во «Введении» обоснована актуальность выбранного направления исследования, сформулированы цель и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология исследований, обозначены защищаемые положения, степень достоверности результатов.

В разделе 1 «Обзор литературы» изучено состояние рынка мясного сырья и продукции, рассмотрена целесообразность использования PSE свинины, говядины и говяжьего сердца, мяса птицы в качестве сырья при производстве МПф. Произведен анализ научно-технической литературы и патентной информации о способах улучшения пониженных ФТС мясного сырья и МПф высокой степени готовности и способах увеличения сроков годности МПф.

В разделе 2 «Объекты и методы исследования» представлена схема и методы исследования (рис. 1).

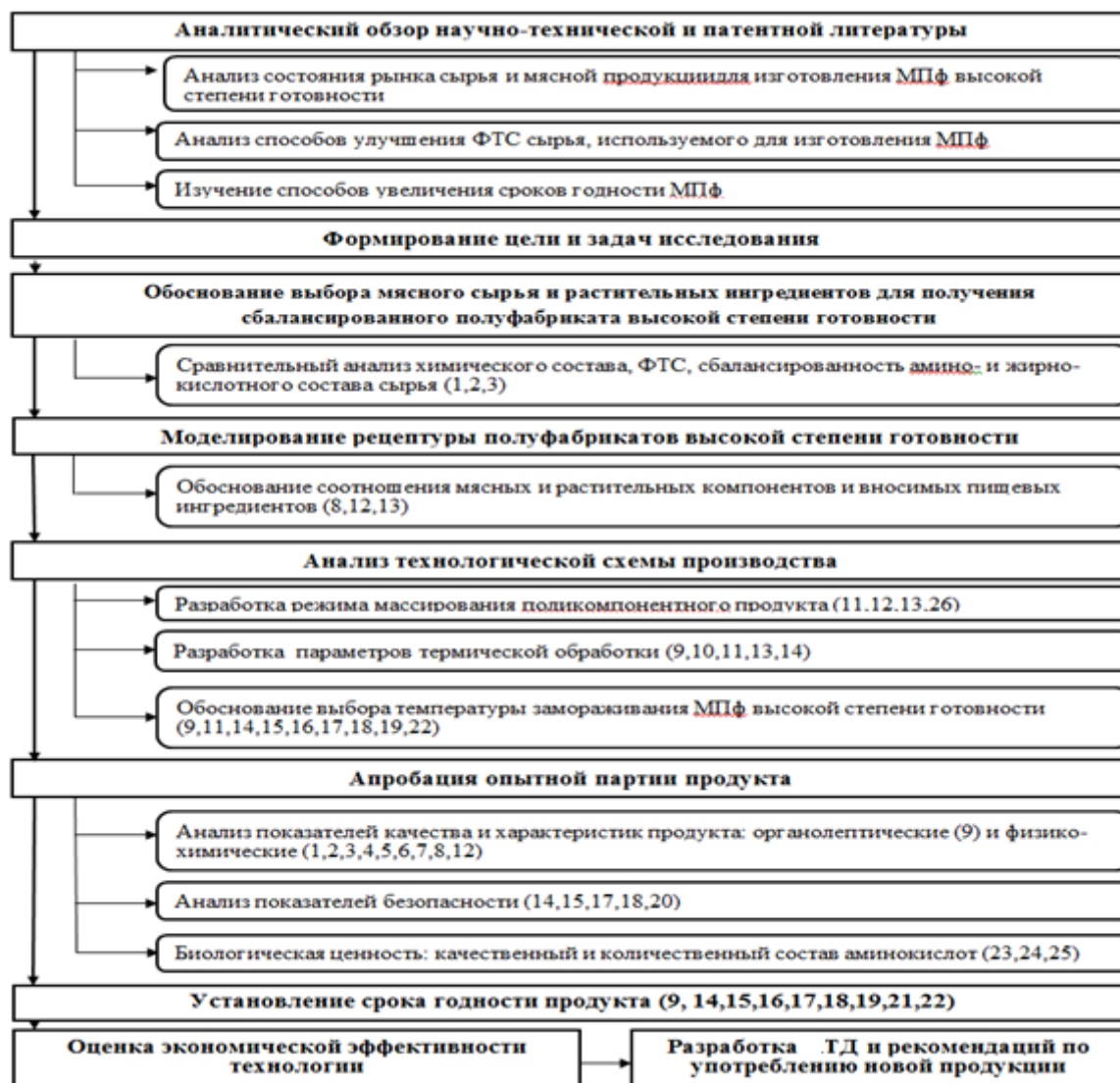


Рисунок 1 - Схема проведения эксперимента

Определяемые показатели в схеме: 1 – массовая доля влаги; 2 - массовая доля белка; 3 – массовая доля жира; 4 – массовая доля минеральных веществ (железо, цинк, хром, мо-

либден); 5 – массовая доля углеводов; 6- массовая доля золы; 7–массовая доля поваренной соли; 8 – водородный показатель pH; 9 – органолептические показатели в соответствии с разработанной 9-ти бальной шкалой; 10 – степень денатурации белков; 11 – процент потерь при термообработке; 12 – влагосвязывающая способность (ВСС); 13 – предельное напряжение сдвига (ПНС); микробиологические показатели качества (14 – КМАФАнМ; 15 – бактерии группы кишечной палочки (БГКП); 16 – S.aureus; 17 – L.monocytogenes; 18 – патогенные в том числе Salmonella; 19 – сульфидредуцирующие клостридии; 20 – дрожжи и плесневые грибы); 21 – кислотное число жира; 22 – перекисное число жира; 23 - аминокислотный состав белков продукта; 24 – расчёт показателей аминокислотной сбалансированности; 25 – энергетическая ценность, 26 – расчет времени массирования.

Объектами исследования являлись: МПф высокой степени готовности и используемый для его приготовления фарш из различных видов мясного и растительного сырья.

Для производства МПф высокой степени готовности были использованы следующие виды сырья животного и растительного происхождения и ингредиенты: индейка 2-й категории по ГОСТ 31473; говядина 2 категории (тримминг говяжий) и свинина жирная с PSE-характеристиками по ГОСТ Р 54704; сердце говяжье по ГОСТ 32244-2013; облепиховый сок по ГОСТ 32101; чеснок сушеный гранулированный и петрушка сушеная (зелень) по ГОСТ 32065-2013; соль поваренная пищевая ГОСТ Р 51574-2000; пищевые ингредиенты, качество которых подтверждено свидетельствами о государственной регистрации, разрешениями к применению и техническими условиями (ТУ): «Суперфриш» (Е 262, Е 330, Е 301); пищевая добавка «Рондагам-Гелика» (животный белок, Е 621, соль, сахара, регуляторы кислотности Е 330, Е 262, ароматизатор лимона, идентичный натуральному, экстракт черного перца.); комплексная пищевая добавка «Promasol VI» (Е 407а, ди-три-фосфаты, животный белок, Е 301); клетчатка пшеничная «Витацель»; изолят соевого белка.

Для определения оптимальных параметров технологической обработки мясного сырья с целью получения МПф высокой степени готовности сбалансированного состава и установления его срока годности в работе исследованы: ВСС (методом Р. Грау и Р. Хама в модификации В.Воловинского и А.Кельман); ПНС (ГОСТ Р 50814-95); массовые доли: влаги (ГОСТ 9793-74), поваренной соли (ГОСТ 9957-73), жира (ГОСТ 23042-86), белка (ГОСТ 25011-81); активная кислотность (на приборе pH – метр Testo – 206); кислотное число жира (ГОСТ Р55480-2013); перекисное число жира (ГОСТ Р 54346-2011), аминокислотный состав белков МПф (в Испытательном центре ФГУП «АтлантНИРО» методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель» с последующей компьютерной обработкой данных по программе Мультихром для Windows); биологическая ценность (БЦ) белков и показатели сбалансированности аминокислотного, жирнокислотного и минерального состава (расчетным способом); антиоксидантная активность (на анализаторе жидкости Флюорат-2 Панорама и спектрофлюорофотометре Shimadzu RF-5301PC - по степени снижения интенсивности хемилюминесценции). Установление сроков годности проводили по МУК 4.2.1847-04 с запасом 20-30 % от рекомендуемого срока. Произведено определение выбранных на основе расчетов микроэлементов, покры-

вающих более 15 % от суточной нормы: железа (ГОСТ 30178-96), хрома и цинка (МУ 01-19/47-11), молибдена (ГОСТ EN 14083-2013). Статистическую обработку данных проводили общепринятыми методами при доверительной вероятности 0,95. Экономическую эффективность проекта оценивали расчетными методами.

В разделе 3 «**Результаты исследований и их обсуждение**» представлены основные результаты диссертационной работы.

В подразделе 3.1 «**Обоснование выбора мясного сырья и растительных ингредиентов**» дано обоснование использования выбранных ингредиентов (см. раздел 1) для составления рецептуры МПф на основании изучения химического состава компонентов и ФТС мясного сырья. Сырье оценивалось по аминокислотному и жирнокислотному составу, массовой доле белка, его полноценности. АК состав белков используемого сырья растительного и животного происхождения (табл. 1,2) получен расчетным способом на основе литературных данных (И.М. Скурихин, 1987, 2002; И.А. Сидорова, 2013)

Таблица 1 - Аминокислотный (АК) состав белков используемого мясного сырья, г/100г идеального белка

Аминокислота	Эталон ФАО/ ВОЗ	Индейка	Говядина	Сердце говяжье	Свинина PSE
Массовая доля белка, %		21,60	20,00	16,00	11,70
Валин	5,00	4,71	5,50	5,69	5,43
Изолейцин	4,00	4,76	4,31	5,24	4,99
Лейцин	7,00	8,42	8,29	8,80	8,11
Лизин	5,50	8,94	8,36	8,49	8,23
Метионин+ цистин	3,50	3,06	4,01	4,07	3,62
Треонин	4,00	4,45	4,30	4,63	4,86
Триптофан	1,00	1,64	1,14	1,39	1,32
Фенилаланин+тирозин	6,00	7,23	7,51	7,33	7,54
Сумма НАК (незаменимых аминокислот))	36,0	43,21	43,41	45,63	44,10

Аминокислотный состав свинины PSE не отличается от свинины с нормальным ходом автолиза (М.В. Радченко, 2016), следовательно, ее использование не окажет отрицательного воздействия на БЦ белков, определяемую по аминокислотной сбалансированности продукта.

Таблица 2 - Содержание незаменимых аминокислот в растительных компонентах, г/100 г идеального белка

	Эталон ФАО/ВОЗ	Чеснок гран.суш.	Облепиховый сок	Петрушка суш.
белок, %		16,55	6,50	26,63
Валин	5,00	4,05	4,74	7,59
Изолейцин	4,00	2,48	0,63	5,81
Лейцин	7,00	4,41	3,18	10,49
Лизин	5,50	4,65	4,78	7,88
Метионин+ цистин	3,50	0,66	5,18	2,24
Треонин	4,00	2,24	6,95	4,48
Триптофан	1,00	0,73	0,00	1,78
Фенилаланин+тирозин	6,00	3,20	4,82	6,43
Сумма НАК	36,00	22,42	30,28	46,70

Анализ данных химического состава сырья позволил определить мясо индейки как основной компонент рецептуры, что обусловлено малым содержанием ненасыщенного

жира (75 мг холестерина в 100 г мяса), легкоусвояемостью (белок усваивается на 95 %), содержанием полной дневной нормы омега-3 ненасыщенных жирных кислот, стимулирующих работу сердца и повышающих активность головного мозга, не вызывает аллергий и высокими значениями ВСС (R.I. Richardson, 1987; L.W. Hand, 1999). В качестве мяса индейки 2 кат. использовали красное мясо (мышцы голени и бедра) в виду более высоких значений рН относительно белого мяса, что подтверждается целесообразностью комбинирования данного сырья со свиной PSE (В.И. Дубровская, 2013).

Анализ данных жирнокислотного состава жира мяса индейки свидетельствует о его низкой химической устойчивости вследствие высокого содержания в нем ненасыщенных ЖК (70,8 %), что предопределяет использование антиокислителей в составе рецептуры.

Анализ состава исходного сырья, позволил выявить небольшой дефицит незаменимых аминокислот валина, метионина в мясе индейки. Богатыми по содержанию валина являются говядина, сердце говяжье, свинина и петрушка сушеная. В вышеперечисленном мясном сырье и в облепиховом соке содержится большее количество метионина+цистина; включение данных ингредиентов в рецептуру МПф позволило скорректировать недостаток этих аминокислот в продукте.

В подразделе **3.2 «Разработка рецептуры сбалансированного по аминокислотному составу мясного полуфабриката высокой степени готовности»** разработана рецептура МПф высокой степени готовности.

В пункте **3.2.1 «Разработка сырьевой составляющей рецептурной композиции»** с помощью программы компьютерного моделирования многокомпонентных рецептурных смесей Genetic 2.0 (А.А. Запорожский, 2001), ориентированной на максимальное приближение к АК-составу «эталона белка», была определена рецептура МПф.

Исходными данными для моделирования по аминокислотному составу являлись совокупности данных по содержанию белка и аминокислот в выбранных компонентах. Для определения сбалансированности состава белка использовалось одностороннее ограничение, верхним пределом которого выступали значения содержания АК в «идеальном» белке ФАО/ВОЗ; при этом задавалась массовая доля первого ингредиента, относительно которой вычислялись коэффициенты, определяющие массовые доли других ингредиентов рецептуры. При изменении значения коэффициентов преобразования в диапазоне от 0 до 1 с шагом 0,1 формировалось множество всех возможных значений массовых долей ингредиентов с заданным шагом. В качестве критерия моделирования использовались обобщенные и частные функции желательности Е.К. Харрингтона.

В программу вносились данные аминокислотного состава выбранных рецептурных ингредиентов, производилось формирование рецептурных композиций, отвечающих требованиям аминокислотного состава белка ФАО/ВОЗ; получены 50 рецептур, среди которых выделены 4 (табл. 3), имеющие наиболее высокие показатели соответствия – частные и обобщенные функции желательности Харрингтона.

С учетом значений частных функций желательности каждой из аминокислот (d_i) обобщенный критерий желательности сбалансированности аминокислотного состава белков (D) для рецептурных композиций полуфабрикатов составил: мясной полуфабри-

кат, изготовленный по рецептуре №1 – 0,93; №2 - 0,86; №3 – 0,88; №4 – 0,87; по шкале желательности параметры рецептур 1, 2, 3, 4 соответствуют значению «отлично».

Таблица 3 - Содержание сырья в рецептурах МПф высокой степени готовности, %

№ рецептуры	Индейка 2 кат.	Говядина 2 кат.	Свинина PSE	Сердце говяжье	Сок облепиховый	Чеснок гран.	Петрушка сушеная
1	40,9	19,7	16,4	16,4	6	0,4	0,2
2	48,7	12,1	12,1	12,1	14,4	0,4	0,2
3	40,2	14,5	18	18,2	8,5	0,4	0,2
4	40	12	12,2	24,3	10,9	0,4	0,2

Наилучшими показателями обладал образец, изготовленный по рецептуре 1, что было подтверждено органолептической оценкой образцов (рис. 2).

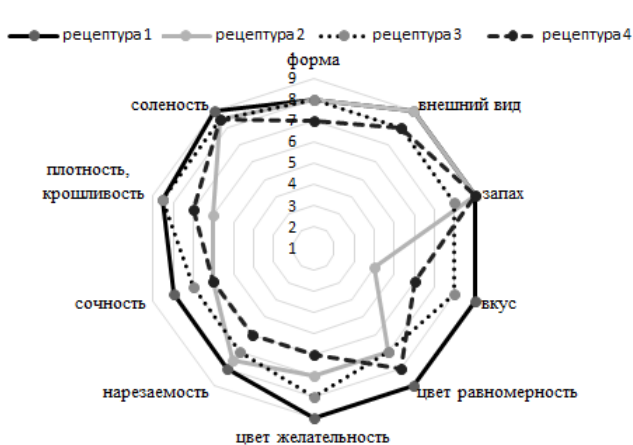


Рисунок 2 - Профилограмма результатов органолептической оценки образцов МПф

Анализ полученных данных показал, что увеличение концентрации облепихового сока свыше 6 % оказывает отрицательное влияние на вкусовые характеристики продукта, сочетаемости используемого сырья, увеличения содержания свинины PSE (от 12,1 до 18 %) способствует увеличению сочности и ухудшению консистенции при содержании данного ингредиента более 16,4 %.

Произведены аналитические расчеты массовой доли жира и содержания жирных кислот, витаминов и минералов в 100г продукта. Выявлено, что соотношение $\omega - б / \omega - 3$ в МПф высокой степени готовности составляет 11,2/1, что свидетельствует о составе продукта по липидам и жирным кислотам близком к «идеальному» (8-10/1) (И.А. Рогов и др., 2008; Food chemistry, 1991). Расчеты витаминного и минерального состава разработанного полуфабриката позволили выявить микроэлементы и витамины, содержание которых в 100 г позволяет говорить о функциональности продукта по названным ингредиентам: (% удовлетворения физиологической суточной нормы) - хром (18,3), молибден (19,36), железо (15,27), цинк (15,39) и витамины – В12 (42,08), В3 (17,44).

В пункте 3.2.2 «Подбор ингредиентов и определение их количества для получения полуфабриката с заданными свойствами» обосновано использование каждого из ингредиентов рецептуры. Соотношения пищевых добавок, вносимых в мясорастительную фаршевую систему (МРФС), определены с использованием «способа оптимизации состава рецептурной смеси мясного рубленого полуфабриката», разработанного О.Н. Красулей (патент РФ № 2269910). В соответствии с данным способом свойства смеси определяются ее доминирующим компонентом, а дополнительные компоненты добавля-

ют поочередно, фиксируя изменения свойств смеси. Основными показателями, согласно которым оценивалось качество МРФС, были выбраны: рН, ВСС, ПНС.

Во всех экспериментальных образцах массовая доля основных компонентов составляла: МРФС m_m - 82,3 %; воды m_1 - 13,5 %; поваренной соли m_c - 1 %, соевого изолята $m_{\text{соев. из.}}$, содержание пшеничной клетчатки $m_{\text{кл.}}$ варьировалось от 0,1 до 0,5 %, добавки «Рондагам Гелика» - от 0,5 до 3 %, добавки Promasol $m_{\text{ПД}}$ - от 1 до 1,5 %.

Количественные интервалы вносимых пищевых добавок определялись на основе литературных данных и рекомендаций производителей специй. Не изменялось содержание поваренной соли и консерванта «Супер-фриш», обусловленное необходимостью получения продукта с заданной соленостью и требуемыми показателями безопасности, при этом обеспечивается необходимое содержание фосфатов (в пересчете на P_2O_5 не более 0,4 %).

На основании ВСС сырья и ингредиентов произведены расчеты максимально допустимого количества внесенной влаги в рецептуру 19 %, расчетные данные подтверждают внесение 13,5 % воды и 5 % облепихового сока.

В соответствии с разработанной рецептурой (табл. 4) сочетание добавки «Promasol» в концентрации 1,3 % с соевым изолятом (0,4 %), клетчаткой пшеничной (0,3 %), пищевой добавкой «Рондагам-Гелика» (1 %) обеспечивает увеличение ВСС на 26,2 % относительно системы «МРФС-вода соль-консервант» и на 15,2 % относительно системы МРФС-вода соль-консервант - «Promasol». Анализ результатов структурно-механических исследований показал, что поочередное добавление в указанном соотношении вышеперечисленных ингредиентов к системе МРФС-вода соль-консервант - «Promasol» способствует незначительному уменьшению ПНС (при добавлении «Рондагам Гелика» на 14,6 %, соевого изолята на 7,1 %, клетчатки на 8,5 %), что говорит о снижении прочности, появлению упругости и эластичности, увеличению сочности конечного продукта.

Таблица 4 – Рецептурная композиция МПф высокой степени готовности, кг на 100 кг

Мясо-растительная фаршевая система (МРФС) (рецептура 1 таблицы 3)	82,3
Функциональная многокомпонентная пищевая добавка Promasol	1,3
Пищевая добавка «Рондагам Гелика»	1
Соевый изолят	0,4
Консервант	0,2
Соль поваренная пищевая	1
Клетчатка пшеничная «Витацель»	0,3
Вода	13,5

Результаты органолептической оценки МПф, установленные по 9-ти бальной шкале модельных вареных фаршевых образцов, показали, что добавление соевого изолята в количестве не более 0,4 % массы мясной системы не вызывает ухудшения цвета, запаха и вкуса по сравнению с контрольным образцом, позволяет улучшить консистенцию, повысить сочность готового продукта. В соответствии с полученными органолептическими оценками определены концентрации для внесения: пшеничной клетчатки - 0,3 %, пищевой добавки – «Рондагам Гелика» - 1 %; при росте названных дозировок наблюдаются ухудшения консистенции, вкуса, сочности и внешнего вида продукта.

Установлено, что введение консерванта в количестве 0,2 % обеспечивает требуемую микробиологическую безопасность в готовом продукте: для МПф КМАФАНМ не превышает $1 \cdot 10^4$ микробных клеток в 1 г; наличие сальмонелл, кишечной палочки и сульфатредуцирующих клостридий не обнаружено.

В пункте **3.2.3 «Изучение антиоксидантных свойств ингредиентов, входящих в состав разрабатываемого продукта, исследование антиокислительной активности полуфабриката на их основе»** установлено положительное влияние компонентов растительного сырья на стойкость МПф при низкотемпературном хранении (минус 18 °С). Произведены две серии испытаний: в первой серии оценивались образцы, изготовленные с различной концентрацией облепихового сока: 1- без облепихового сока, 2 – 5 % облепихового сока, 3 – 1 % облепихового сока, 4 - 10 % облепихового сока. Во второй серии испытаний производились исследования 4 образцов полуфабриката, в составе которых помимо мясного сырья имелись: 1 - облепиховый сок, чеснок, петрушка; 2 – минимальное содержание консерванта, облепиховый сок, чеснок и петрушка; 3 – консервант; 4 – петрушка и чеснок; в которых оценивали степень окислительной порчи. Благодаря произведенным исследованиям, удалось установить, что полуфабрикат с облепиховым соком в концентрации 5 % обладает не только наибольшей антиоксидантной активностью, но и самыми высокими органолептическими показателями (8,6 балла) и подтверждено, что использование антиоксидантов в комплексе дает наибольший эффект, такой продукт имел минимальную интенсивность люминесценции (0,130474817 усл. ед.). Это говорит о том, что начавшийся процесс окисления липидов и образования пероксидных радикалов, которые в свою очередь вступают в реакцию с индикатором люминолом и вызывают свечение, нейтрализовали антиоксиданты.

В подразделе **3.3 «Разработка режимов технологической обработки»** приведены результаты исследований, направленные на установление температурно-временных параметров основных операций технологии МПф, способствующих максимальному сохранению полезных веществ, уменьшению потерь массы и увеличению срока годности готового продукта.

В пункте **3.3.1 Разработка режима массирования для получения поликомпонентного мясного продукта** на основе теоретических знаний процесса массирования и экспериментальных данных были разработаны режимы механической обработки сырья (табл. 5).

Таблица 5– Параметры режимов массирования поликомпонентного мясного продукта (соотношение мясных компонентов по рецептуре 1, см. табл.3)

Режим массирования	Время, ч	Скорость вращения, об/мин	Временные паузы, работа/отдых, мин	Количество удаленного воздуха, %
1	-	-	-	-
2	3	5,5	-	90
3	3	5,5	20/10	90
4	2	5,5	20/10	95/60

При разработке режима массирования учитывались параметры сырья (рН) и

массовая доля ингредиента с низкими ФТС (мясное сырье с PSE характеристиками требует меньшего на 16-20 % времени посола) (А.И. Жаринов, 1997).

Массирование сырья осуществлялось в условиях мясоперерабатывающего предприятия ООО «СоюзПродукт» на оборудовании: GPA 200-K Guentner, (200 л, с максимальной загрузкой 140 кг сырья, скорость вращения 5,5 об./мин.). Режим массирования активной фазы (т.е. период работы – «вращение» массажера) определялся как отношение количества оборотов за весь период к числу оборотов вращения, заданному для каждого режима массирования. Рекомендуемое количество оборотов за весь период массирования: говядина – 6000, свинина – 3000, мясо птицы -1500 (А.И. Жаринов, О.В. Кузнецова, Н.А. Черкашина, 1997), сердце говяжье – 1000 . Время активной фазы массирования рассчитано по скорректированной формуле, с учетом соотношения мясных ингредиентов в составе рецептуры:

$$T = \frac{(N_{говядины} \times 19,7\% + N_{свинины} \times 16,4\% * 80\% + N_{индейки} \times 40,9\% + N_{гов.сердца} \times 16,4\%)}{n}, (1)$$

где 19,7 %; 16,4 %; 40,9 %; 16,4 % - соотношение ингредиентов в мясной составляющей рецептуры; 80 % - коэффициент учитывающий время массирования ингредиента рецептуры с нестандартными ФТС; n- число оборотов вращения массажера (об./мин.); N – число оборотов за весь период массирования для разных видов сырья.

$T = (0,197 * 6000 + 0,164 * 0,8 * 3000 + 0,409 * 1500 + 0,164 * 1000) \text{ об.} / 5,5 \text{ об./мин.} = 2353,1 \text{ об.} / 5,5 \text{ об./мин.} = 7,13 \text{ ч.}$

Учитывая измельченное состояние сырья и процент загрузки массажера менее 70 %, рассчитанное время рационально сократить до 3 ч.

В качестве показателей, определяющих изменение ФТС МПф, были выбраны ПНС, ВСС, процент потерь массы при термической обработке. Результаты исследования процесса массирования при различных параметрах приведены на рис. 3-5.

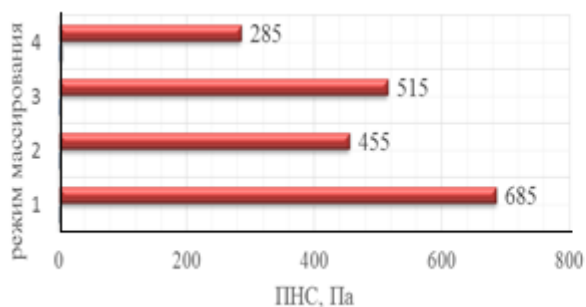


Рисунок 3 - Изменения значений ПНС в зависимости от режима механической обработки мясной композиции (см. табл.5)

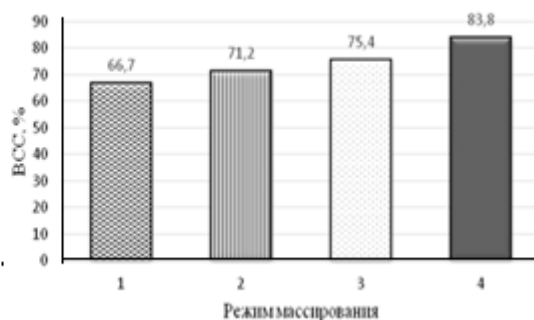


Рисунок 4 - Зависимость ВСС от режима массирования мясной композиции (см. табл. 5)

Образцы, выработанные по режимам 2, 3, 4, имеют меньшие значения ПНС, что подтверждает необходимость массирования, которое способствует снижению жесткости и повышению сочности (ПНС образца 4 составляет 285 Па, образца 3 – 515 Па, образца 2 – 455 Па). В период работы массажера происходит интенсивное поглощение рассола

мышечной тканью, а из нее выделяются белки, экстрактивные вещества, при этом во время покоя мышечная ткань релаксирует, происходит перераспределение компонентов внутри мясного сырья, что усиливается при использовании импульсного режима массирования за счет увеличения проникновения рассола в сырье.

Анализ показателей ВСС (рис. 5) свидетельствует о необходимости применения массирования. Так, при использовании сырья без массирования (режим 1) ВСС минимальна (66,7 %), при использовании массирования (режимы 2-4) ВСС возрастает, при этом максимальное значение имеет образец №4 (83,8 %).



Минимальными потерями при варке (рис. 5) обладал образец 4, выработанный с использованием импульсного режима массирования (15,4 %), при этом данный образец обладал максимальными значениями ВСС (83,8 %).

Рисунок 5 - Влияние режима массирования (см. табл. 5) на потери массы мясной композиции при термической обработке

Произведенные исследования подтвердили целесообразность применения импульсного массирования, которое сокращает время процесса, способствует более равномерному распределению рассола внутри продукта, снижению потерь при термообработке. Создание в массажере вакуума глубиной 0,95 бар, а затем быстрый сброс до 0,6 бар - создает дополнительный эффект массирования, который обеспечивается совместным воздействием разницы давления внутри массажера и мягким механическим воздействием.

Установлен режим массирования: 2 ч - импульсное массирование, 20 мин - работа, 10 мин. - покой, при установлении вакуума 0,95 бар и 0,6 бар в работе и покое соответственно.

В пункте 3.3.2 «Обоснование выбора способа и температурного режима термической обработки. Влияние параметров термической обработки на качество полуфабрикатов высокой степени готовности» обосновано использование варки в воде, как способа термообработки МПф. В экспериментах изготовленные 5 моделей МПф подвергались варке при различных температурах греющей среды (модели 1 - 75 °С, 2 - 80 °С, 3 - 85 °С, 4 - 90 °С, 5 - ступенчатый нагрев 65 - 80 °С). Окончание варки фиксировали по конечной температуре 70 - 72 °С в центре полуфабриката. Результаты исследований приведены на рис. 6 - 9.

Анализ рисунка 6 показывает соответствие всех образцов, прошедших термическую обработку, требованиям микробиологической безопасности в соответствии с ТР ТС 021/2011 (п. 1.1) и СанПиН 2.3.2.1078-01 (1.1.4.11, 1.1.11.9), все модельные образцы не превышают допустимые значения КМАФАнМ - не более $1 \cdot 10^4$ КОЕ/г (\lg КМАФАнМ=4); БГКП, *S. aureus*, патогенные (в том числе сальмонеллы), сульфидредуцирующие клостридии, *Listeria monocytogenes* - не обнаружены. При ступенчатом нагреве мяс-

ного продукта (65-80 °С) значительно улучшается его микробиологическая безопасность относительно режимов термической обработки при температурах 75, 80, 85° С - в 2; 1,5; 1 раз соответственно. Из данных рис. 7 следует, что ступенчатый режим термообработки позволяет обеспечить лучшее связывание и распределение влаги по объему продукта, улучшить его органолептические характеристики (8,6 баллов), сократить общую продолжительность процесса термической обработки (модель 5).

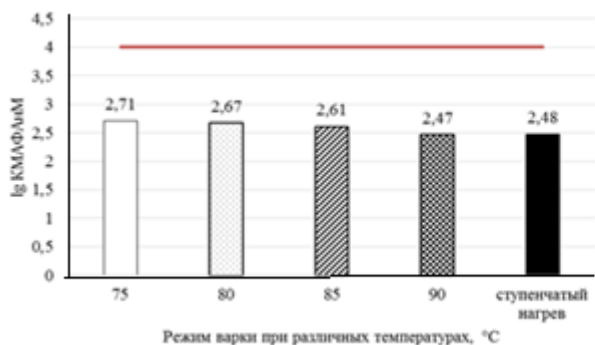


Рисунок 6 - Зависимость микробиологической обсемененности продукта от режима его термической обработки



Рисунок 7 - Органолептическая оценка образцов произведенных по режимам 1,2,3,4,5

Установлено, что при воздействии высоких температур в течение короткого интервала времени происходит более быстрая денатурация белков в мясной системе, что приводит к потере прочности образующегося белкового каркаса, он проявляет резкую усадку, выделяет влагу. По этой причине, а также вследствие интенсивного испарения влаги МПф обладает низкой сочностью и выходом (модели 2, 3 и 4), неудовлетворительными органолептическими показателями (5; 4,4 и 3,5 баллов соответственно, рис. 7). При постепенном нагреве происходят структурные изменения функциональных групп белков и они более активно участвуют в построении вторичного каркаса, что сопровождается меньшей усадкой системы и минимальными потерями влаги, при этом консистенция готового продукта эластичная, упругая, сочная, снижаются потери влаги.

Исследована степень денатурации белка МПф, как отношение разности массовой доли растворимого белка в образцах до и после термической обработки, к массовой доле белка в образце до термической обработки, выраженная в процентах (рис. 8).

При температурном режиме 75 °С степень денатурации белка была минимальна (70,69 %), тогда как при 90 °С - максимальной (79,36 %), при этом ступенчатый нагрев обеспечил срединное значение показателя степени денатурации (75,23 %). Полученные значения подтверждают литературные данные (Л.Г. Винникова, 2006) об ускорении физико-химических и денатурационных изменений с повышением температуры.

Проанализированы потери массы при термообработке МПф в различных видах оболочек. Использование целлюлозных оболочек («целлофан») и дымонепроницаемых полиамидных показало сокращение потерь при термической обработке на 8-14 % при использовании полиамидных оболочек. С повышением температурного режима обработки МПф высокой степени готовности возрастает количество потерь массы (рис. 9).

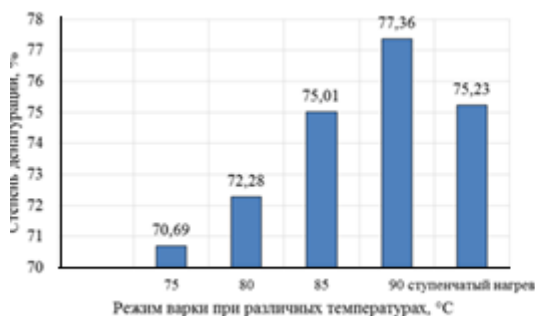


Рисунок 8 - Зависимость степени денатурации белков МПф от температурного режима варки

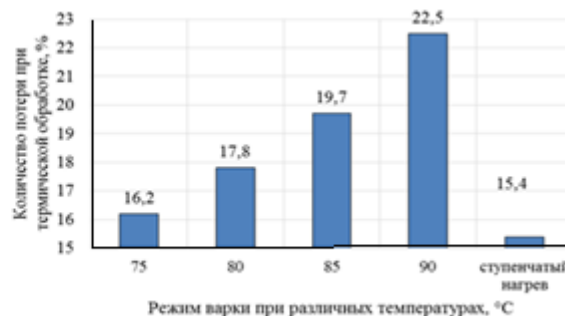


Рисунок 9 - Зависимость потерь (%) при термической обработке от температурного режима варки

Анализ полученных данных позволил обосновать выбор режима термообработки МПф, позволяющего получить продукт с высокими органолептическими характеристиками, минимальными потерями массы и высокими показателями микробиологической безопасности: ступенчатый способ варки (65 °C -30 мин, медленный подъем температуры среды в течение 30 мин, по 5°С каждые 10 минут; далее варка при 80 °C до достижения 72 °C в центре).

В пункте 3.3.3. «Влияние замораживания на качественные характеристики и показатели безопасности разрабатываемой продукции» исследовано влияние различных температур замораживания на качество продукта, потери массы, микробиологическую безопасность, определены преимущества использования «шоковой заморозки». Результаты показали, что при замораживании МПф при минус 35 °C в камере шоковой замораживания и в камере аппарата «FLO-FREEZING» потери массы незначительны и практически одинаковы: 0,530 % и 0,515 % соответственно. Замораживание при температуре минус 18 °C увеличивает потери массы в 3,4 раза; пероксидные числа жира МПф, замороженных в «шоковых» условиях, были в 1,8 раза ниже, чем при замораживании при минус 18 °C. Характеристика показателей микробиологической безопасности также подтвердила целесообразность использования замораживания при минус 35 °C, КМАФАнМ относительно охлажденного продукта снижается в 2,3 раза, в сравнении с продуктом, замороженным при минус 18 °C (ниже в 1,8 раза). МПф, замороженный при температуре минус 18 °C, в сравнении с полуфабрикатом, замороженным при температуре минус 35 °C, имел худшие показатели качества. По внешнему виду, запаху, цвету (однородный, равномерный) отличий не было, однако при размораживании было отмечено более обильное выделение влаги, крошащаяся консистенция, разрыхленная структура мышечной ткани на разрезе, водянистость продукта, и как следствие, не ярко выраженная соленость (в образце, замороженном при температуре минус 18 °C). Изменение консистенции связано с выделением воды, начавшимися процессами агрегации и дезагрегации белковых частиц, что приводит к снижению ВСС белковых веществ.

В подразделе 3.4. «Технологическая схема производства мясных полуфабрикатов высокой степени готовности» описаны технологические операции производства разрабатываемого продукта (рис. 10).

Совершенствование технологии заключается в следующих аспектах: предварительная подготовка говяжьего сердца - выдержка в растворе с консервирующим средством с це-

лью уменьшения микробиологической обсемененности субпродукта, так показатель КМА-ФАНМ, «до вымачивания» - $4,62 \cdot 10^5$ КОЕ/г, после «вымачивания» - $3,15 \cdot 10^5$ КОЕ/г; использование свинины PSE в сочетании с другим мясным сырьем (говядиной и индейкой) и растительными компонентами (облепиховым соком, петрушкой, чесноком) проведение массирования и термической обработки по обоснованным режимам; использование двухстадийного охлаждения и замораживания при минус 35 °С. Использование вышеперечисленных технологических операций ингредиентов, проявляющих антиокислительные и бактерицидные свойства, позволят в четыре раза увеличить срок хранения (подраздел 3.6)

Разработанная технология позволяет получить три различных вида продукции: полуфабрикат для салатов и закусок, полуфабрикат фарша для начинок и вторых блюд, полуфабрикат для бургеров и бутербродов, отличающихся порядком технологических операций и степенью измельчения.

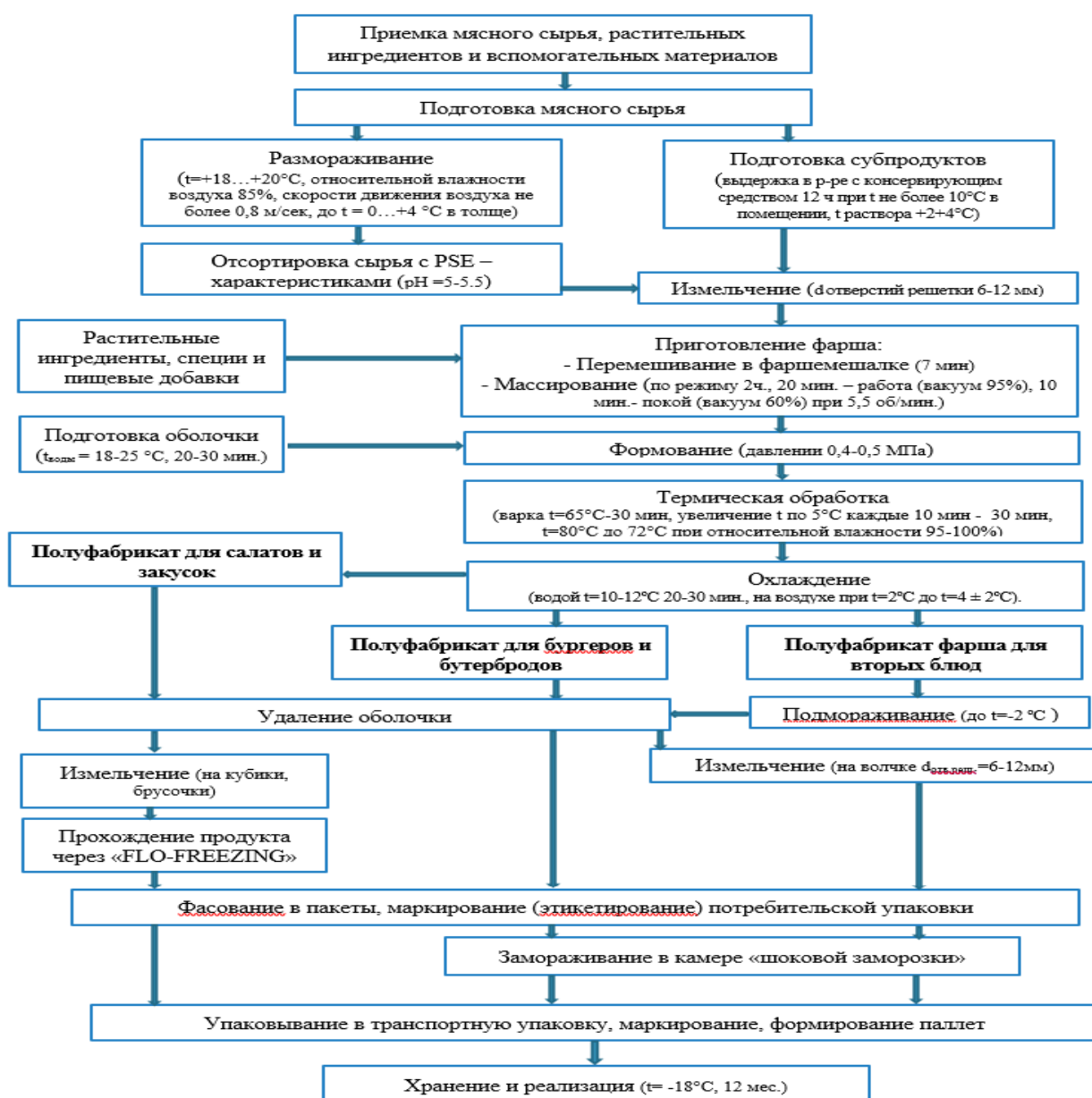


Рисунок 10 – Технологическая схема производства мясного полуфабриката высокой степени готовности

В разделе 3.5 «Исследование качественных характеристик полуфабриката высокой степени готовности» проведена оценка физико-химических показателей качества, БЦ и ЭЦ конечного продукта, изучен аминокислотный состав МПф и произведена их органолептическая оценка комиссией.

По данным дегустационной оценки органолептические показатели готового продукта были следующими: умеренно выраженный запах и вкус облепихового сока в продукте, сбалансированный по вкусу; однородный, равномерный цвет, свойственный композиции из используемых видов сырья; сочная и нежная консистенция; умеренная соленость; четкая нарезаемость, минимальная крошливость. Суммарная органолептическая оценка МПф - 8,6 балла, что соответствует «очень хорошей» степени качества. Качественные показатели представлены в табл. 7.

Таблица 7 - Физико-химические показатели качества МПф высокой степени готовности, %

Наименование показателя	Результаты испытаний	Погрешность	ТД на метод испытаний
Массовая доля белка	19,15	0,88	ГОСТ 25011-81
Массовая доля жира	6	0,7	ГОСТ 23042-86
Массовая доля углеводов	1,4	-	Расчетный
Массовая доля влаги	70,7	0,7	ГОСТ 9793-74
Массовая доля поваренной соли	1,1	0,1	ГОСТ 9957-73
Массовая доля золы	1,65	0,1	ГОСТ 31727-2012

На основании полученных данных была рассчитана энергетическая ценность (ЭЦ), которая составила 82,4 ккал в 100 г продукта.

В табл. 8 приведены результаты исследования микроэлементного состава разрабатываемого продукта.

Таблица 8 – Содержание в разработанном МПф некоторых микроэлементов, мг/кг

Наименование показателя	Суточная потребность муж/жен МР2.3.1.2432-08	Результаты испытаний	Погрешность	Обозначения НД на метод испытаний
Железо	10,00/18,00	23,80	4,8	ГОСТ 30178-96
Цинк	12,00	23,60	4,7	МУ 01-19/47-11
Хром	0,05	0,11	0,02	МУ 01-19/47-11
Молибден	0,07	0,01	0,005	ГОСТ EN 14083-2013

Произведенный сравнительный анализ данных показателей с суточной потребностью в минеральных веществах (МР 2.3.1.2432-08) показал, что разработанный продукт (100 г) покрывает суточную потребность в железе на 23,8 % /13,2 % (для мужчин и женщин соответственно), цинке на 19,7 %, хrome на 22 %, в молибдене 14,3 %, что подтверждает расчетные данные о содержании компонентов, обеспечивающих функциональные свойства продукта.

На базе Испытательного центра ФГУП «АтлантНИРО» произведены исследования по установлению аминокислотного состава МПф (табл. 9).

Таблица 9 – Аминокислотный состав белков МПф высокой степени готовности, %

Наименование определяемого показателя	Результаты испытаний	Содержание А.К в пересчете на 100г белка	Эталон ФАО/ВОЗ
Тирозин	0,39	5,64	6
Фенилаланин	0,69		
Лейцин	2,0	10,44	4
Изолейцин			7
Метионин+ цистин	1,08	5,64	3,5
Валин	1,16	6,06	5
Треонин	0,73	3,81	4
Гистидин	0,22	1,15	1
Лизин	1,36	7,1	5,5

Рассчитаны показатели аминокислотной сбалансированности нового МПф и произведено их сравнение с показателями, определенными по литературным данным содержания аминокислот (аминокислотный скор S_{min} , % экспериментального МПф составил 0,94 (расчетный 0,78), коэффициент сбалансированности аминокислотного состава U , дол. ед. составил 0,85 (расчетный 0,89), показатель сопоставимой избыточности, σ г/100 г белка эталона σ составил 0,06 (расчетный 0,04), коэффициент различий аминокислотного сора, КРАС, % составил 9,12 (расчетный 9,8); БЦ белка составила 90,88 % (расчетный 90,2 %). Показатели аминокислотного состава разработанного МПф высокой степени готовности свидетельствуют о повышении аминокислотной сбалансированности белка и пищевой ценности готовой продукции.

В подразделе **3.6 Производственная апробация технологии разработанных мясных полуфабрикатов высокой степени готовности и установление срока годности** отражены результаты апробации технологии в условиях мясоперерабатывающего предприятия ООО «СоюзПродукт» и результаты исследований по установлению срока годности (с учетом коэффициента резерва) продукта в соответствии с требованиями МУК 4.2.1847-04.

Выпущена промышленная партия в количестве 400 кг (200 кг для установления срока годности и 200 кг для повторной отработки и проверки всех режимов технологического процесса трех видов МПф). Качество полученной продукции было положительно оценено дегустационным советом предприятия, а технология одобрена и рекомендована к внедрению на предприятии ООО «СоюзПродукт».

Изготовленные образцы исследовались с целью установления срока годности. Микробиологические показатели МПф определяли в 19 контрольных точках с учетом коэффициента резерва 1,2. Установлено, что бактерии группы кишечной палочки (БГКП), *S. Aureus*, патогенные микроорганизмы в том числе *Salmonella* и *Listeria Monocytogenes*, а также не нормируемые показатели содержания дрожжей и плесеней не были выявлены ни на одной из 19 точек хранения. В начальный период хранения (до 180 суток) микрофлора медленно отмирала (рисунок 11), что объясняется губительным действием холода на микроорганизмы.

В результате шокового замораживания в мышечной ткани образуются мелкие кристаллы льда, которые не травмируют оболочки окружающих их клеток ткани, а при размораживании при повышенной температуре (20-25 °С) происходит развитие микрофлоры.

ры, что подтверждает увеличение содержания КМАФАнМ в конце срока хранения продукта.



Рисунок 11- Динамика изменения КМАФАнМ МПф в процессе хранения



Рисунок 12 – Изменение органолептической оценки качества МПф при хранении

Уровень санитарно-показательной микрофлоры МПф в течение срока хранения не превышал норму ТР ТС 021/2011 ($1 \cdot 10^4$ КОЕ /г), в конце срока хранения МПф показатель КМАФАнМ составил $7 \cdot 10^3$ КОЕ /г (рис. 12). Органолептическая оценка в конце срока хранения соответствовала 6,6 баллам, продукт имел хороший внешний вид, кубики с небольшими отклонениями в размерах, запах умеренно выражен, приятный, цвет равномерный с небольшими темно-красными вкраплениями, сочный и со слабо крошливой консистенцией.

Для оценки интенсивности развития окислительных процессов в жире при низкотемпературном хранении МПф были проведены исследования накопления первичных и вторичных продуктов окисления липидной фракции - перекисное и кислотное числа жира (рис. 13, 14). Исследовались образцы в 4 контрольных точках: в начале хранения, на 180, 365, 438 сутки хранения. Незначительное увеличение кислотного числа жира не превышало значения допустимого уровня в течение всего периода хранения, свидетельствует о допустимом гидролизе жира в составе МПф, не влияющем на его органолептические показатели.



Рисунок 13 – Динамика кислотного числа жира МПф в процессе хранения



Рисунок 14- Динамика перекисного числа липидов МПф в процессе хранения

Исследование изменений значений перекисного числа жира, проведенное на протяжении всего периода хранения, показало слабо выраженные окислительные процессы в жировой ткани продукта, поскольку в конце срока хранения оно составило всего 4,9

ммоль акт. O₂, что не превышало максимально допустимых значений. С учетом анализа значений всех показателей качества МПФ можно рекомендовать срок годности новой продукции 438 суток при температуре хранения минус 18 °С, при сроке хранения 365 суток (с учётом коэффициента резерва 1,2).

В подразделе 3.7 «**Экономическая эффективность разработанной технологии**» установлено, что на предприятии при годовой производственной мощности 3072 т полуфабрикатов (для бургеров и бутербродов, салатов и закусок, полуфабрикатов фарша для начинок и вторых блюд) срок окупаемости проекта составит 2 недели при рентабельности 29 %. Такие показатели обусловлены невысокой себестоимостью производства за счет ценовой доступности основного сырья и вспомогательных материалов, простоты технологии и отсутствием капитальных затрат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно обосновано совершенствование технологии мясных полуфабрикатов высокой степени готовности, сбалансированных по аминокислотному составу белков, повышенной хранимоспособности. Технология дает возможность получить органолептически привлекательный продукт, используя сырье с пониженными ФТС в сочетании с мясом птицы, говядиной, субпродуктами и растительными ингредиентами. Используя разработанную технологическую схему, можно получить три вида мясных полуфабрикатов разных форм и размеров: для бургеров и бутербродов (в том числе fast-food), фарш для начинок и вторых блюд; для салатов и закусок. Технология экономически эффективна для внедрения на действующих мясоперерабатывающих предприятиях.

Результаты исследования позволяют сделать следующие **выводы**:

1) Перспективно использование некондиционной свинины с пониженными ФТС в сочетании с говяжьим сердцем, говядиной, индейкой и облепиховым соком для получения мясных полуфабрикатов высокой степени готовности, повышенной пищевой ценности, сбалансированных по аминокислотному составу, что экономически выгодно для производителя, целесообразно для потребителя.

2) На основании изученного химического состава и функционально-технологических свойств сырья и компонентов обоснован выбор мясного сырья (свинина жирная PSE, индейка 2-ой категории, говядина 2-ой категории, сердце говяжье), растительных ингредиентов (облепиховый сок, чеснок гранулированный, петрушка сушеная) и пищевых добавок для производства мясных полуфабрикатов.

3) На основании использования программы компьютерного моделирования рецептурных смесей Generis 2.0 и анализа состава пищевой композиции разработана рецептура мясных полуфабрикатов, сбалансированных по аминокислотному составу; установлены рациональные значения дозировок компонентов (соотношение говядины, свинины PSE, мяса индейки, сердца говяжьего соответственно 1,2: 1: 2,49:1 при соотношении масс (в %): мясное сырье - 76,8; петрушка сушеная - 0,17; чеснок - 0,33; сок облепиховый - 5,0; добавка «Рондагам-Гелика» - 1,0; рассол (вода, добавку «Promasol», соль поваренная, соевый изолят, пшеничная клетчатка, консервант) - 16,7.

4) Обоснована рациональность массирования мясного сырья и его режимы, модифицирована формула расчета времени массирования с учетом многокомпонентности сырье-

вого состава, обоснован «импульсный режим массирования» фаршевой смеси на основании анализа значений ПНС и ВСС. Выявлено, что импульсное подключение вакуума усиливает эффект массирования, сокращает потери массы при термической обработке, способствует более равномерному распределению рассола внутри продукта, улучшает функционально-технологические и органолептические показатели качества многокомпонентной фаршевой смеси и полуфабрикатов.

5) Определен рациональный режим термической обработки полуфабриката, позволяющий получить продукт с высокими показателями качества и минимальными потерями массы: ступенчатый нагрев с 65 до 80 °С до достижения 72 °С в центре продукта, что обеспечивает формирование коагуляционной структуры готового продукта с прочной структурой и заданными характеристиками консистенции и качества продукции.

6) Обоснована температура замораживания МПф высокой степени готовности равная минус 35 °С, на основании произведенных исследований микробиологических и органолептических показателей и минимальных потерь массы (0,515 - 0,53 %).

7) Разработана усовершенствованная технологическая схема производства поликомпонентных мясных полуфабрикатов, детализированная по ключевым операциям: подготовка сырья после размораживания, приготовление фарша, формование, термическая обработка, охлаждение, замораживание и хранение продукции. На новую технологию производства МПф высокой степени готовности подготовлена техническая документация (ТУ 10.13.14.190-004-00471544-2018 и ТИ к ТУ).

8) Определены показатели качества разработанных МПф высокой степени готовности, показавшие высокое содержание белка (19,15 %), низкое содержание жира (6 %) и углеводов (1,4 %), энергетическую ценность 100 г продукта (82,4 ккал); определено содержание в продукте железа, цинка, хрома и молибдена, рассчитаны показатели аминокислотной сбалансированности белков ($C_{min} = 0,94$, $U=0,85$, $\sigma_c = 0,06$ г/100г белка, $KPAC=9,12$), свидетельствующие о его повышенной пищевой ценности.

Проведена промышленная апробация технологического решения, определены показатели качества и безопасности готовых продуктов, полученных в производстве. На основе анализа органолептических, микробиологических и физико-химических показателей установлен срок годности продукта - 438 суток при температуре хранения минус 18° С, при сроке хранения 365 суток (с учётом коэффициента резерва 1,2).

9) Установлена экономическая эффективность производства полуфабрикатов высокой степени готовности по разработанной технологии с рентабельностью 29 %.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах

В рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России:

1. Притыкина, Н. А. Разработка технологии мясного полуфабриката высокой степени готовности / Н. А. Притыкина, **И. А. Петий** // Известия Калининградского государственного технического университета. – 2016. – № 40. – С. 69-80.

2. **Петий, И. А.** Исследование антиоксидантных свойств мясного кулинарного полуфабриката высокой степени готовности /**И.А. Петий**, А.В. Чернова, Н.А. Притыкина// «Вестник Международной Академии холода».-СПб.-2016.-№4.- С. 30-34.

Патенты Российской Федерации:

3. **Патент РФ № 2565226 РФ** от 20.10.2015, МПК А23L 1/314, А23L 1/317, А23L 1/318 Способ получения мясного полуфабриката высокой степени готовности / Н.А. Притыкина, **И.А. Петий**,

Публикации в других изданиях и материалах конференций:

4. **Федченко (Петий), И.А.** Природные и синтетические антиоксиданты, применение в пищевой промышленности/ **И.А. Федченко (Петий), Н.А. Притыкина**// Сборник материалов 9-ой международной научно-практической конференции «Глобальная научная интеграция» (28-29 июня 2013 г.), Тамбов, 2013.- С. 67-73
5. **Федченко (Петий), И.А.** Термическая обработка полуфабрикатов высокой степени готовности/ **И.А. Федченко (Петий), Н.А. Притыкина**// Сборник материалов 8-ой международной научно-практической конференции «Наука и устойчивое развитие общества. Наследие В.И. Вернадского» (30 сентября 2013г.)- Тамбов, 2013.- С. 60-64.
6. **Федченко (Петий), И.А.** Разработка режима массирования комплексного (поликомпонентного) мясного продукта / **И. А. Федченко (Петий), Н. А. Притыкина**// Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство (3-4 декабря 2014 г.). – Воронеж. – 2013. – С.164-171.
7. **Петий, И.А.** Исследование влияния температурного режима обработки полуфабриката высокой степени готовности / **И. А. Петий, Н. А. Притыкина** // Инновации в науке, образовании и бизнесе – 2014: XII Международная научная конференция: труды. – Калининград, 2014. – С. 172 -176.
8. **Петий, И. А.** Обоснование соотношения пищевых ингредиентов в рецептуре полуфабрикатов высокой степени готовности для здорового питания / **И. А. Петий, Н. А. Притыкина** // Инновации в технологии продуктов здорового питания: Первая научно-практическая конференция: сборник научных трудов (22-23 мая 2014 г.). – Калининград, 2014. – С. 195-204.
9. **Петий, И.А.** Соотношения пищевых ингредиентов в рецептуре полуфабрикатов высокой степени готовности для здорового питания / **И. А. Петий, Н. А. Притыкина** // IV Международная научно-техническая конференция "Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений " (заочная,5-6 ноября 2014г.): - Воронеж. – 2014. – С. 481- 485.
10. **Притыкина, Н.А.** Влияние температурного режима обработки на технологические свойства полуфабриката высокой степени готовности / **Н. А. Притыкина, И. А. Петий** // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение: международная научно-практическая конференция, приуроченная к 85-летию ВГУИТ (13-14 ноября 2014 г.): – Воронеж. – 2014.– С.257-263.
11. **Притыкина, Н.А.** Мясной полуфабрикат высокой степени готовности/ **Н. А. Притыкина, И.А. Петий** // «Мясные технологии». – Москва, август 2015. – № 8 (152). – С. 6-11
12. **Петий, И.А.** Обоснование сроков годности мясных полуфабрикатов высокой степени готовности/ **И. А. Петий, Н. А. Притыкина**// Инновационные технологии переработки сырья животного происхождения: междунар. научно-практич. конф. (20 февраля 2015 г.): материалы. – Краснодар: Издательство ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2015. – С.11-14.
13. **Петий, И.А.** Исследование влияния режима температурной обработки на технологические свойства мясных полуфабрикатов высокой степени готовности/ **И. А. Петий, Н. А. Притыкина**// Инновационные технологии переработки сырья животного происхождения: междунар. научно-практич. конф. (20 февраля 2015 года): материалы. – Краснодар: Издательство ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2015. – С. 26-29.
14. **Петий, И.А.** Обоснование выбора мясного сырья для полуфабрикатов высокой степени готовности для здорового питания (тезисы докладов) /**И. А. Петий, Н. А. Притыкина**//III Балтийский морской форум: XIII Международная научная конференция «Инновации в науке, образовании и бизнесе – 2015»,(24-30 мая 2015 г. Ч.2).- Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ» 2015. – С. 164-167.
15. **Петий, И.А.** Мясные полуфабрикаты высокой степени готовности для здорового питания/ **И. А. Петий, Н. А. Притыкина**//III Балтийский морской форум: «Инновации в технологии продуктов здорового питания»: междунар. науч. конф. (26 мая): сб. науч. тр. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», - 2015. – С. 130-139.

Список использованных сокращений

МПф - мясной полуфабрикат; ФТС - функционально-технологические свойства, PSE - pale, soft, exudative - бледное, мягкое, водянистое; ВСС - влагосвязывающая способность; ПНС - предельное напряжение сдвига; БГКП - бактерии группы кишечной палочки, НЖК - насыщенные жирные кислоты; НАК - незаменимые аминокислоты; А.К. - аминокислота; ЖК - жирные кислоты; МНЖК-мононенасыщенные ЖК; ПНЖК - полиненасыщенные ЖК; МРФС-мясорастительная фаршевая смесь; ФТП - функционально-технологические показатели; ИЛ - интенсивность люминисценции; ЭЦ - энергетическая ценность.