

ОТЗЫВ

**официального оппонента доктора технических наук, профессора
Шипулина Валентина Ивановича на диссертационную работу
Дыдыкина Андрея Сергеевича: «Развитие научно-практических основ
создания функциональных и специализированных мясных продуктов с
учетом оценки влияния способов технологического воздействия на их
качество и безопасность», представленной на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности 05.18.04 – Технология
мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств**

Актуальность диссертационной работы. Разработка функциональных пищевых продуктов является новым перспективным направлением современной науки о питании и перерабатывающей отрасли. В этой сфере важно установить требования, которые должны быть учтены при разработке таких продуктов. Развитие исследований в области функциональных пищевых продуктов и напитков в России опирается на базовый терминологический стандарт ГОСТ Р 52349-2005, однако, необходимо учитывать особенности каждого вида продуктов питания (мясные, молочные, хлебобулочные, овощные, кондитерские и т.д.) на базе которых создается функциональный пищевой продукт, т.к. различия в потребительских характеристиках и показателях безопасности, требуют выбора и обоснования новых технических подходов и технологических режимов обработки основного сырья и компонентов, входящих в состав готового продукта.

В настоящее время существует ряд законодательных инициатив и государственных стратегий, которые определяют фундаментальную основу для развития рынка высококачественного отечественного сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов специализированного и функционального назначения. В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности РФ, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20, стратегической целью государства является надежное обеспечение населения страны безопасной и качественной сельскохозяйственной продукцией и продовольствием. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденная Указом Президента РФ от 1 декабря 2016 года № 642, также указывает на необходимость перехода к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, повышение эффективности переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных продуктов питания. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года (от 29.06.2016 г. № 1364-р), определяет приоритеты развития перерабатывающих отраслей, что позволит обеспечить качество и безопасность пищевой продукции.

В этой связи, диссертационная работа Дыдыкина А.С., направленная на создание новых научных принципов и развитие технологий продуктов специального назначения, является актуальным исследованием и расширяет знания в области переработки сельскохозяйственной продукции.

Практически все современные пищевые технологии ориентированы на комплексную глубокую переработку сельскохозяйственного сырья, при этом использование физических методов находит все более широкое применение не только в качестве дополнительных технических операций, но в отдельных случаях, является основной технологии, определяющей качество, безопасность и хранимоспособность готовых пищевых продуктов.

Представленные в работе Дыдыкина А.С. научно-практические основы создания функциональных мясных продуктов с применением новых физических методов обработки сырья и воды (ионизирующее воздействие, фрезерное измельчение, электролиз воды с выделением анолита, снижение содержания дейтерия в воде), безусловно, подчеркивают современный уровень исследований в технологии специализированных продуктов питания и являются актуальными техническими подходами, которые расширяют междисциплинарное взаимодействие различных научных областей знаний – биохимия, физика, сельское хозяйство, медицина и пищевые системы.

Анализ научной новизны, достоверность положений, выносимых на защиту. К научной новизне исследований следует отнести обобщение и систематизацию требований к функциональным мясным продуктам, их дифференциацию с учетом свойств и методологию разработки.

В работе научно обоснованы технологические подходы к корректировке свойств мясного сырья и пищевых систем для использования в составе функциональных и специализированных пищевых продуктов, созданы принципы разработки обогащающих комплексов для включения в их состав с целью повышения биологической и пищевой ценности.

Изучено влияние электроактивированной воды (анолита) и воды с низким содержанием тяжёлого изотопа водорода (дейтерия) до 40 ppm на технологические свойства мясного сырья и функциональные характеристики мясных продуктов изготовленных с использованием специальной водоподготовки.

Комплексно исследовано влияние ионизирующего излучения на качество и безопасность термически необработанной мясной продукции. Научно доказана эффективность поглощённой дозы до 3 кГр для обработки мясного сырья, с целью гарантированного обеспечения высоких санитарных показателей при пролонгированных сроках годности.

Обоснованность и достоверность, защищаемой автором работы, базируется на комплексном подходе к проведению исследований с использованием современных физико-химических, микробиологических, токсикологических, микроструктурных, иммуноферментных, биологических (ex vivo, in vitro), клинических (in vivo), органолептических, статистических и др. методов исследования пищевой продукции.

Практическая значимость работы. Автором создан алгоритм и последовательность изучения различных видов мясного сырья для установления потенциала использования в составе функциональных мясных продуктов. Эффективность применения алгоритма подтверждена в условиях действующих предприятий мясной промышленности.

Результаты исследований, полученные в рамках выполненной работы, нашли применение в нормативной базе, включающей 10 межгосударственных и национальных стандартов. Получено два свидетельства о регистрации интеллектуальной собственности: База данных «Пищевые продукты» RU 2015620557; Программа для ЭВМ «Расчет нутриентной адекватности состава поликомпонентных мясных продуктов» RU 2015660124.

Полученные научные данные о функциональных свойствах специализированных мясных продуктов вошли в ряд методических рекомендаций для медицинских специалистов: «Применение диетического, специализированного, функционального питания и диетических добавок в реабилитационных и профилактических программах у пациентов с хроническими неинфекционными заболеваниями в санаторно-курортных учреждениях»; «Использование специализированного пищевого продукта для энтерального питания «Энмит-говядина»; «Иновации в питании для взрослых».

Полученные результаты исследований включены в основной курс подготовки специалистов высшей школы и программы повышения квалификации специалистов пищевых производств.

Внедрение разработанных функциональных и специализированных мясных продуктов подтверждено большим объемом финансовых средств, полученных в рамках хозяйственных договоров, в том числе на основе лицензионных соглашений.

Основные результаты исследований настоящей диссертационной работы обсуждены на 30 научно-практических конференциях, в том числе международных и зарубежных.

По результатам исследований и материалам диссертации опубликованы 163 печатные научные работы, из которых 3 монографии, 17 публикаций в изданиях, индексируемых международными базами данных WoS и Scopus и 122 публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Анализ содержания работы. Диссертационная работа состоит из семи глав и включает следующие структурные разделы: введение; аналитический обзор литературы; объекты и методы исследований; формализация требований и методика создания функциональных мясных продуктов; методология обоснования отличительных признаков мясного сырья; научное обоснование способов корректировки мясной системы с целью повышения ее функциональных свойств и безопасности; разработка эффективных комплексов пищевых ингредиентов для функциональных и специализированных продуктов; отдельные частные технологии

функциональных и специализированных мясных продуктов и оценка их эффективности; основные результаты и выводы; библиографический список; приложения.

Объем работы составляет 355 страниц, которые содержат 92 таблицы, 103 рисунка и 10 приложений. Список использованных источников включает 340 научных статей отечественных и зарубежных исследователей.

Во *введении* представлена актуальность исследования, научная новизна и практическая значимость работы. Сформулированы научные положения, выносимые на защиту, приведена цель и задачи исследований.

Первая глава содержит обзор и обсуждение законодательных, нормативных и научных сведений по теме диссертационной работы. Рассмотрено текущее состояние развития функциональных пищевых продуктов в России и мире, включая принципы их создания и нормативно-техническое регулирование производства и оборота. Большая часть литературного обзора посвящена применению физических методов для обработки пищевой продукции, в которой рассмотрена их общая классификация и подробно описаны электромагнитные, акустические и барические методы физического воздействия. Рассмотрены физические методы обработки воды.

Обзор литературы позволил обосновать актуальность исследования и перспективность применения физических методов в технологиях функциональных и специализированных мясных продуктов. На основании анализа литературных данных была сформулирована цель и задачи работы.

Вторая глава содержит описание объектов и методов исследований. В экспериментальной части работы использованы стандартные физико-химические, микробиологические, токсикологические, микроструктурные, иммуноферментные, биологические и органолептические методы исследований. При этом следует отметить, что использованы оригинальные методы лабораторного анализа, такие как, определение массовой доли акриламида и общей антиоксидантной активности. Для статистической обработки полученных данных использованы современные версии программы STATISTICA и SPSS 13.0.

Представлена схема организации эксперимента и подробно описана последовательность выполнения каждого этапа. Экспериментальные исследования проводились не только в ведущих научных центрах России, но и за рубежом.

В *третьей главе* рассмотрена современная классификация пищевой продукции в зависимости от ее назначения, обобщены и систематизированы требования к функциональным мясным продуктам. Предложены два термина – «мясная продукция с заявленными отличительными признаками для функционального питания» и «мясная продукция с заявленными свойствами для функционального питания».

Глава содержит описание методологии разработки функциональных мясных продуктов, в соответствии с которой выполнены следующие этапы

исследования. Разработанная методология включает 9 последовательных этапов, началом реализации которых, является формализация требований к нутриентному профилю функционального мясного продукта. Автором представлены эмпирические значения интервалов значений коэффициентов адекватности аминокислотного и жирнокислотного составов. Согласно разработанной методологии, содержание каждого функционального ингредиента в 100 г функционального продукта или его разовой порции, должно составлять не менее 15% от уровня его рекомендуемого суточного потребления. Установлены ограничения по содержанию критически значимым пищевых веществ (соль пищевая, общий жир, углеводы, нитриты, сумма насыщенных жирных кислот) в функциональных мясных продуктах.

Методология включает оценку нутриентного потенциала мясного сырья, подготовку мясной системы, специальную водоподготовку и разработку фортифицирующего пищевого компонента (комплекса). Проектирование функционального мясного продукта и создание его модульной виртуальной модели осуществляется с использованием компьютерной программы, содержащей блок оценки критериев нутриентной адекватности, разработанных академиком Липатовым Н.Н. Согласно разработанной методологии, оценка эффективности и безопасности функциональных мясных продуктов включает два направления – аналитическую оценку и оценку в опытах *in vivo*, *ex vivo*, *in vitro*.

Созданная методология функциональных мясных продуктов позволила модифицировать подходы к разработке специализированных мясных продуктов.

В четвертой главе представлена методология обоснования отличительных признаков мясного сырья. К отличительным признакам, согласно предложенной методологии, относятся: источник или высокое содержание белка, витаминов, минеральных веществ; низкое содержание жира, насыщенных жирных кислот и трансжирных кислот.

В главе приведен алгоритм выявления того или иного отличительного признака и дано подробное описание его действия. Представлено большое количество экспериментальных данных по исследованию различных видов мясного сырья, полученного от действующих предприятий мясной промышленности.

Следует отметить наглядность графического материала рисунков, представленных в данной главе. Однако при этом, табличные данные также было бы целесообразно представить в виде графиков.

Для прогнозирования заявленных свойств (источник или высокое содержание i-ого нутриента – витамина или минерального вещества) в рецептурном функциональном мясном продукте автором выведен коэффициент нутриентного потенциала мясного сырья и установлено его значение, которое должно составлять не менее 0,15.

В пятой главе представлены результаты исследования влияния нового способа фрезерного измельчения замороженного мясного сырья на размер

частиц продукта, воздействия высокого давления на микроструктурные характеристики и дисперсность мясной системы, способа ферментативной обработки мясного сырья на снижение его сенсибилизирующих свойств, ионизирующего излучения на качество и безопасность мясного сырья.

Глава содержит научное обоснование специальных способов водоподготовки для корректировки физических показателей воды и повышение функциональности мясных продуктов за счет ее применения. Приведены исследования электроактивированной воды (католита), полученной при различных режимах на специальной установке «Изумруд К-1», модернизация которой также проведена в рамках выполнения диссертации. Построена кривая релаксации католита в течение времени, показывающая, что спустя 6 часов наступает период релаксации электроактивированной воды. По результатам исследований установлено, что использование католита в технологии мясных продуктов позволяет повысить влагосвязывающую способность мяса на 11,25 % относительно контрольных образцов без применения пищевых реагентов (добавок).

Следует отметить исследования воды с пониженным содержанием дейтерия в биологическом эксперименте. На модели хронического эндотоксикоза гепато-рenalного генеза показана способность воды с пониженным содержанием дейтерия улучшать работу детоксицирующих систем в организме лабораторных животных.

Большой научный, а в дальнейшем и практический интерес представляют данные исследования влияния ионизирующего излучения на показатели качества и безопасности мясного сырья. Созданная модель образования циклобутанонов в мясе, в зависимость от поглощенной дозы, вместе с изучением видового состава микрофлоры, позволила установить предельную эффективную поглощенную дозу 3 кГр.

По результатам исследований, представленных в *пятой главе*, предложены комбинации способов подготовки мясного сырья для получения целевых основ для функциональных и специализированных пищевых продуктов.

В *шестой главе* сформулированы принципы обогащения мясных продуктов. Для практической реализации, предложенных принципов, formalизован принципиальный порядок последовательных действий при создании комплексных смесей для функциональных и специализированных мясных продуктов. Для расчета массы вносимого нутриента предложена и апробирована формула, учитывающая норму суточного потребления для конкретного нутриента, уровень обеспечения его суточной нормы, коэффициент потерь нутриента в результате технологического воздействия, содержание нутриента в компоненте рецептуры, используемую форму его соединения, а также потерю в процессе хранения.

Следует отметить большое количество разработанных комплексных смесей для обогащения функциональных и специализированных мясных

продуктов и их внедрение на действующих отечественных и зарубежных предприятиях, специализирующихся на выпуске пищевых добавок.

Седьмая глава содержит частные технологии функциональных и специализированных мясных продуктов. Интерес представляет оценка эффективности продуктов в биологическом и клиническом экспериментах.

Также, с практической точки зрения, для обоснования эффективных и безопасных режимов стерилизации мясных и мясосодержащих консервов большое значение имеют исследования уровня образования акриламида в продукте в процессе высокой температурной нагрузки (стерилизации).

Выводы по работе соответствуют результатам исследований, представленным в экспериментальной части, согласуются с поставленными целью и задачами диссертации.

В *приложениях* приведены копии документов, подтверждающих практическую реализацию полученных результатов исследований.

Достоверность результатов и их анализ подтверждены статистической обработкой. Цель и задачи, поставленные в диссертации, реализованы.

Соответствие автореферата материалам и положениям диссертации. Объем автореферата составляет 49 страниц, включает 19 таблиц и 34 рисунка. В автореферате приведен перечень 163 научных работ, опубликованных в соавторстве с соискателем по результатам выполненных исследований, в том числе статьи, индексируемые в международных базах данных Web of Science и Scopus, учебные пособия, свидетельства о регистрации интеллектуальной деятельности, статьи в журналах, рекомендованных ВАК, а также статьи, индексируемые в РИНЦ и опубликованные в материалах конференций.

Диссертация полностью соответствует автореферату, а научные публикации автора отражают результаты исследований, приведенные в работе. Достоверность данных подтверждается правильным выбором задач и методологий их решения. Проведённый объем исследований, и статистическая обработка данных, подтверждают выводы, полученные в работе.

Высоко оценивая диссертационную работу Дыдыкина Андрея Сергеевича, следует отметить и отдельные замечания:

1. В общей схеме выполнения работы (рисунок 1 автореферата и рисунок 14 диссертации) целесообразно было этапы «Разработка научного подхода к оценке нутриентного потенциала мясного сырья» и «Обоснование способов корректировки мясных систем» расположить не последовательно после блока «Разработка методологии создания функциональных мясных продуктов», а включить их в этот блок, т.к. согласно методологии, указанной на рисунке 2 автореферата и рисунке 17 диссертации, они являются частью методологии.

2. В главе 3 в таблице 10 диссертации автор представляет предложения по изменению ОКПД 2, однако не ясно, как другие виды пищевой продукции (на молочной, рыбной, зерновой, овощной основе и др.) коррелируют с результатами исследований, представленных в настоящей диссертации.

3. В главе 4 на рисунке 23 диссертации и рисунке 4 автореферата соискатель приводит алгоритм оценки нутриентного потенциала сырья, который подразумевает сбор информации и формирование трех баз данных. В описании алгоритма не поясняется для чего формируются базы данных, и какая информация в них поступает.

4. В главе 5 диссертации в разделе, посвященном изучению нового способа фрезерного измельчения, автор делает заключение, что эта технология снижает риски изменения пищевой ценности готовых продуктов и функциональных характеристик сырья, за счет снижения окислительных процессов в жирах и белках. Однако, подтверждающие данные для этого заключения не представлены в работе.

5. В разделе 5.5.1.4 «Технологические показатели мясного сырья, обработанного электроактивированной водой» (Глава 5) в таблицах 9 и 10 автореферата и таблицах 52 и 53 автор приводит результаты исследований технологических показателей мясного сырья посоленного в кусках и фарше с использованием католита, однако, в работе не указано, какое мясо по термическому состоянию являлось объектом эксперимента – охлажденное или размороженное. С целью повышения функционально-технологических характеристик замороженного мясного сырья, в том числе его влагосвязывающей способности, без применения дополнительных пищевых добавок, целесообразно было использовать специальную водоподготовку, позволяющую изменить ее водородный показатель (рН).

6. В главе 6 автор представил классификацию созданных комплексных добавок, в которых присутствуют смеси с пряно-ароматическими компонентами. Просьба пояснить, что это за комплексы и как они соотносятся с функциональными и специализированными мясными продуктами, т.к. в диссертации результаты этих исследований не приведены.

7. На рисунках 70 и 71 диссертации (глава 6), рисунках 25 и 26 автореферата, представлены потери йода в колбасе вареной и полуфабрикатах до и после термической обработки, а также в процессе хранения, однако, при анализе рисунков в диссертации, суммарные потери йода не согласуются с данными, приведенными на графиках.

8. В разделе 7.3.1 «Исследования воздействия высоких температур на образование акриламида в процессе стерилизации продуктов на мясной основе» необходимо больше уделить внимания обсуждению результатов, с учетом разработки предложения по норме данного технологического ксенобиотика в мясных специализированных продуктах.

9. Технологические схемы производства функциональных и специализированных мясных продуктов, представленные в 7 главе диссертации и автореферате, не содержат параметров технологических процессов.

Отмеченные замечания высказаны автору в качестве пожеланий и не умаляют комплексности выполненных исследований и значений полученных результатов.

Заключение

Работа Дыдыкина Андрея Сергеевича «Развитие научно-практических основ создания функциональных и специализированных мясных продуктов с учетом оценки влияния способов технологического воздействия на их качество и безопасность» является актуальным научным исследованием, содержит большое количество экспериментальных данных, научную новизну и практическую реализацию.

Результаты диссертационной работы опубликованы в большом количестве научных статей и обсуждены на международных научно-практических конференциях.

Диссертационная работа и автореферат, выполненные Дыдыкиным Андреем Сергеевичем, отвечают требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Дыдыкин А.С. заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.04 «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств».

Заведующий базовой кафедрой «Технологии мяса и мясных продуктов» факультета пищевой инженерии и биотехнологий (специальность 05.18.04), профессор кафедры пищевых технологий и инжиниринга, доктор технических наук, профессор

В.И. Шипулин

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»
Адрес: 355017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1
тел.: 8 (8652) 95-68-08
E-mail: ship.59@mail.ru
Официальный сайт: <https://www.ncfu.ru/glavnaya/>



11 авічес 2022 роця.