

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Нугманова Альберта Хамед-Харисовича на диссертационную работу Медведковой Инны Игоревны на тему «Научно-методологическое обоснование комплексного товароведно-технологического исследования качества и сохраняемости свежих и переработанных культивируемых грибов», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы

Актуальность темы диссертационной работы

Современное производство продуктов питания представляет собой сложную многофакторную систему, где эффективность каждого этапа напрямую зависит от смежных процессов и качества входящих ресурсов. В связи с этим проектирование и исследование таких производств (в частности, культивирования грибов) требует применения системного подхода. Пищевое производство в данном контексте рассматривается как комплексная техническая система, нацеленная на выпуск качественной продукции при оптимизации затрат и минимизации экологической нагрузки.

Актуальность разработки новых продуктов питания продиктована трансформацией потребительских предпочтений: ростом спроса на здоровую растительную продукцию с высокой нутритивной ценностью (витамины, клетчатка) и низким содержанием сахара и жиров, а также стремлением потребителей к сокращению времени на приготовление еды. Поскольку характеристики готового продукта неразрывно связаны с технологией переработки сырья и его хранения, проектирование самого продукта и производственного процесса должно осуществляться параллельно, с учетом как стабильных, так и уникальных потребительских свойств.

Работа с культивируемыми грибами сопряжена с рядом технологических вызовов как на стадии переработки, так и в процессе хранения.

Трудности при переработке:

- сохранение органолептических свойств: термическое воздействие часто провоцирует высвобождение летучих соединений (в частности, фенольных), что может привести к появлению резкого, специфического запаха;

- микробиологическая нестабильность: высокое содержание влаги (до 91%) делает грибы идеальной средой для размножения патогенной микрофлоры и плесени;

- разнородность сырья: использование грибов разной степени зрелости или с механическими дефектами затрудняет стандартизацию процесса и негативно сказывается на качестве готового продукта;

- технологические тонкости: каждый метод требует строгого соблюдения параметров: например, при сушке критически важно не допустить пересушивания, а при замораживании – обеспечить шоковое охлаждение для сохранения клеточной структуры.

Трудности при хранении:

- ферментативная активность: работа ферментов (дифенолоксидазы и др.) провоцирует потемнение тканей, потерю витамина С и накопление тирозина. Особенно подвержены этому шампиньоны из-за рыхлой структуры шляпки;

- механические повреждения: любые вмятины при сборе или транспортировке разрушают клетки, запуская процесс окисления тирозина, что приводит к появлению темных пятен;

- несоблюдение влажностного режима: отклонения от оптимальной влажности (около 90%) губительны: избыток влаги вызывает появление слизи и конденсата, а недостаток – увядание и потерю тургора;

- эффект «отпотевания»: совместное хранение грибов при разной температуре приводит к конденсации влаги, что провоцирует потемнение и преждевременное раскрытие шляпок;

- температурные ошибки: неправильный выбор режима (например, чрезмерно низкие температуры) может необратимо ухудшить вкус и текстуру продукта после размораживания;

- ограниченный срок годности: свежие грибы крайне чувствительны к условиям внешней среды, поэтому даже незначительные нарушения режима хранения критически сокращают их пригодность к реализации.

Решение многих проблем – в комплексном подходе. Например, сразу после сбора быстро охладить грибы (до 5–8 °С), чтобы затормозить биохимические процессы; контролировать и стабилизировать температуру и влажность в камерах хранения; использовать подходящую упаковку (например, перфорированную плёнку, которая регулирует обмен влаги, не допуская конденсата и увядания); для продления срока годности применять целенаправленные методы: замораживание, сушку, консервирование; тщательно отбирать сырьё: для переработки брать только неповреждённые, однородные по степени зрелости грибы и т.д. Этим и ряду других вопросов посвящено данное исследование.

С учетом вышесказанного, диссертационная работа Медведковой Инны Игоревны «Научно-методологическое обоснование комплексного

товароведно-технологического исследования качества и сохраняемости свежих и переработанных культивируемых грибов», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы, представляется современной и актуальной, а также является важным направлением как научных, так и прикладных исследований.

Обоснованность научных положений, выводов, рекомендаций и достоверность результатов исследований

Научная значимость работы обусловлена фундаментальностью теоретической проработки и репрезентативностью собранного эмпирического материала. Достоверность сформулированных выводов и практических рекомендаций обеспечена комплексным характером экспериментальной части и корректностью примененных методов математико-статистической обработки. Результаты исследования логически вписываются в современную научную парадигму и коррелируют с выводами других авторов. Положения, выдвинутые И.И. Медведковой, полностью соответствуют поставленным задачам и обладают высокой степенью обоснованности.

Основные положения диссертации отражены в 133 научных публикациях. В их число входят 28 статей в рецензируемых изданиях: 16 из них опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки Украины и ДНР (согласно постановлению Правительства РФ № 415 от 18.03.2023 г.), и 12 – в изданиях из перечня ВАК РФ. Кроме того, результаты исследования представлены в 7 коллективных монографиях, 14 статьях в журналах, индексируемых в РИНЦ, 3 патентах на полезные модели, 2 методических рекомендациях и 1 депонированной работе.

Новизна научных исследований, результатов и выводов диссертационного исследования

Соискателем предложена концепция, направленная на оптимизацию процессов переработки и хранения культивируемых грибов. В основе работы лежит комплексный товароведный и технологический анализ факторов, определяющих качество продукции. Автор обосновал технологические схемы и разработал математические модели и программное обеспечение, внедрение которых обеспечивает значимый экономический, социальный и экологический эффект.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

– разработка АСУ: впервые создана автоматизированная система управления переработкой грибов, функционирующая как «Товароведная информационная система». Она выступает в роли цифрового двойника процесса сублимационной сушки и инструмента прогнозирования качества продукции на рынке;

– комплексный анализ сырья: доказана необходимость промышленной переработки грибов ввиду их малого срока годности. Установлены закономерности деградации химического и биологического состава (изменение аминокислотного профиля, ферментативной активности, уровня липидов) в зависимости от условий хранения. Обоснована эффективность бланширования перед заморозкой и определено влияние режимов обработки и упаковки на итоговое качество;

– оптимизация режимов хранения: выявлен критический температурный диапазон (от минус 18°C до минус 2°C) для хранения замороженного сырья в условиях нестабильного энергоснабжения. Установлено, что использование картонной упаковки приводит к критической потере влаги (до 65%) при длительном хранении, а температурные колебания существенно ускоряют порчу продукта;

– верификация криопротекторных свойств: установлено, что природные антифризные свойства ряда культивируемых грибов затрудняют их эффективное замораживание, что делает данный способ консервации экономически невыгодным. Тем не менее, входящие в состав грибов гликопротеины и полисахариды представляют интерес как натуральные стабилизаторы качества для других категорий продуктов (мясных, хлебобулочных и субпродуктов) при их замораживании;

– определение количественной зависимости между режимами сушки (теновой и тепловой) и качественными характеристиками готового продукта: его нутриентным составом, органолептическими и вкусоароматическими свойствами. Сформирована система балльной оценки качества сушеных грибов, учитывающая специфику различных методов дегидратации (теновой, тепловой, сублимационной);

– рекомендация нового метода цифровой товароведно-технологической оценки сырья, базирующийся на математическом моделировании процессов замораживания и сушки, что позволяет оптимизировать управление хранением и переработкой грибной продукции.

Значимость для науки и производства, полученных автором результатов диссертации.

Результаты, представленные в диссертации, обладают высокой теоретической и практической ценностью. Научная значимость работы заключается в углублении знаний о факторах, влияющих на сохранение качества и увеличение сроков годности культивируемых грибов. Автором выявлены закономерности воздействия упаковочных решений и условий микроклимата на потребительские характеристики продукции. Полученные выводы обогатили профильную научную базу и успешно интегрированы в учебный процесс ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ» при обучении студентов по направлениям «Товароведение» и «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (факт внедрения подтвержден документально).

Практическая значимость исследования выражается в создании прикладных методик и рекомендаций, оптимизирующих процессы хранения и переработки грибного сырья. В частности, разработаны рецептуры инновационных продуктов на основе грибных порошков, а также подготовлена и внедрена в промышленную практику соответствующая технологическая документация: «Грибы и их смеси замороженные фасованные» (ТУ 10.39.11-001-49046947-2024 и ТИ по производству); «Грибы сушеные (опенок зимний, опенок летний)» (ТУ 10.39.13-001-49046947-2024 и ТИ по производству); «Грибы сушеные (вешенка, шиитаке) и их композиции» (ТУ 10.39.13-002-49046947-2024 и ТИ по производству). Разработаны и внедрены технико-технологические карты (ТТК) инновационных рецептур грибных порошков: ТТК № 1 «Грибная мелодия» и ТТК № 2 «Грибной сад», а также грибных соусов: ТТК № 3 «Марсель» и ТТК № 4 «Голландец» на основе композиций различных видов культивируемых грибов для использования на предприятиях общественного питания ДНР: ООО «Агрофирма «Кутейниковский агропродукт» (М.О. Амвросиевский, пгт. Кутейниково); ООО «Гурман»; ООО «Допио-успех»; ООО «Хуторок».

Промышленная апробация проведена на производственных перерабатывающих предприятиях пищевой промышленности: ООО «Великоновоселковский консервный завод» (Дон. обл., п.г.т. Великая Новоселка).

Внедрены новые грибные продукты для промышленного производства: замороженная овоще-грибная смесь «Грибные просторы» и грибные чипсы «ГрибЧи»; ООО «Пролив» (г. Керчь) – произведены экспериментальные партии рыбных консервов с использованием в новых рецептурах продуктов

грибоводства: «Пеленгас (кефаль) обжаренный в томатном соусе с грибами», «Рубленые рыбные тефтели с грибным сыром».

Оценка содержания диссертации и ее завершенности в целом.

Диссертационная работа состоит из оглавления, введения, 8 глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Работа носит законченный характер, общий объём диссертации составляет 460 страниц машинописного текста, иллюстрированного 140 рисунками и 71 таблицей; список литературы включает 417 наименований отечественных и зарубежных источников. Автореферат и список основных печатных работ полностью отражают основное содержание и завершенность диссертации.

Введение содержит обоснование актуальности темы, обзор научной литературы и характеристику ключевых параметров исследования: цели, объекта, предмета и задач. В нем раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, описан методологический инструментарий, сформулированы защищаемые положения, а также приведены данные об апробации и достоверности полученных результатов.

Первая глава посвящена анализу химического состава грибов и их терапевтических свойств. Автор акцентирует внимание на проблеме быстрой порчи свежей продукции, что диктует необходимость поиска эффективных методов переработки. Выявлен пробел в научных знаниях: недостаточно изучено влияние заморозки и различных упаковочных материалов на качество грибов, а также ощущается нехватка нормативной базы для процессов сушки.

Вторая глава описывает методологию эксперимента. На основе системного подхода разработана концептуальная схема управления процессами хранения и переработки грибов. Предложен алгоритм оценки качества и новые подходы к информационному обеспечению товароведных процессов. Также подробно охарактеризованы объекты исследования и методы анализа физико-химических и структурно-механических свойств сырья.

Третья глава содержит анализ рынка грибной продукции. Установлено, что, несмотря на высокий спрос на шампиньоны, вешенки и шиитаке, рынок Донецка испытывает острый дефицит предложения из-за последствий геополитического кризиса. Тем не менее, развитие грибоводства рассматривается как стратегически важное направление для восстановления агропромышленного сектора региона и обеспечения продовольственной безопасности.

В четвертой главе проанализировано влияние режимов хранения на органолептические свойства, физико-химические показатели и сохранность культивируемых грибов. Экспериментальная часть включала изучение эффективности различных упаковочных материалов (ПЭ, ПВХ, стрейч-пленка) при температурных режимах $2\pm 0,5$ °С и $4\pm 0,5$ °С (влажность 85 ± 5 %). В качестве контроля использовались неупакованные образцы. Качество продукции оценивалось с применением дескрипторно-профильного анализа и балльной шкалы с последующей статистической обработкой. Результаты подтвердили, что комбинация пониженной температуры и герметичной упаковки значительно увеличивает срок годности грибов. На основе исследования предложены практические рекомендации по хранению. Кроме того, разработана пятиуровневая иерархическая шкала качества, позволяющая классифицировать продукцию путем сопоставления с эталонными значениями. Данная методика легла в основу автоматизированной системы, предназначенной для прогнозирования состояния грибов и выбора оптимальных способов их реализации или переработки.

Пятая глава посвящена оптимизации режимов глубокого замораживания и хранения культивируемых грибов. Установлено, что длительность кристаллизации определяется не только температурными показателями, но и морфологией плодовых тел: так, кольцевик и мейтаке замораживаются медленнее опять из-за особенностей своей структуры. Эксперименты показали, что в небланшированных грибах (кроме шампиньонов) после замораживания возрастает концентрация белка, тогда как бланширование нивелирует этот эффект. Содержание водорастворимых витаминов остается стабильным в течение двух лет.

Выбор упаковки является ключевым фактором сохранности: герметичные композитные пакеты (ГФК/полиэтилен/фольга) предотвращают потерю массы на протяжении всего двухлетнего срока хранения, в то время как гофрокартон с полиэтиленовым слоем эффективен лишь до 18 месяцев. Без упаковки грибы сохраняют свойства до 3 месяцев, в картонной таре – до 6 месяцев, а в комбинированной – до 1,5 лет. Исследование также подтвердило негативное влияние температурных колебаний на качество сырья и нецелесообразность длительного хранения вешенки в виду наличия в них антифризных белков. Разработанная математическая модель процессов замораживания служит базой для совершенствования технологии сублимационной сушки.

В шестой главе проанализировано влияние различных режимов сушки на органолептические показатели, а также на трансформацию белково-

углеводного комплекса грибного сырья. Особое внимание уделено сохранению вкусоароматических свойств и стабильности качества сублимированных концентратов при длительном хранении. Автором разработана балльная шкала для оценки качества грибов, высушенных теневым, тепловым и сублимационным методами. Установлено, что теневая сушка обеспечивает высокие показатели аромата, однако ее применение ограничено сезонным фактором. В работе предложена модернизация линии сублимационной сушки путем интеграции резательного оборудования и мельницы, что позволяет выпускать как цельные/нарезанные грибы, так и порошкообразные полуфабрикаты. На основе выявленных закономерностей между параметрами процесса (температура, масса, время) построены математические модели, ставшие базой для автоматизированной системы управления. Доказана целесообразность использования сублимации для производства порошков из лекарственных грибов, обеспечивающей максимальную сохранность их биологической ценности. Полученные результаты интегрированы в алгоритмы проектируемой автоматизированной товароведной базы данных.

В седьмой главе проанализированы перспективы возможного применения порошкообразных сушеных грибов. С помощью математического моделирования были установлены оптимальные пропорции ингредиентов для создаваемых грибных смесей. На основании решения системы уравнений были выбраны три наиболее удачные рецептуры. Разработаны системы оценки в баллах для экспертного определения органолептических свойств грибных смесей и моно-порошков, а также приготовленных на их основе соусов, что дало возможность провести дегустацию. Эксперименты показали, что все испытанные соусы с добавлением разработанных ингредиентов имеют ярко выраженный грибной вкус и аромат, а также приятные остаточные вкусовые ощущения.

Восьмая глава посвящена программному обеспечению, которое призвано автоматизировать процессы хранения и обработки культивируемых грибов. Для точного контроля сырья, предназначенного для сублимационной сушки и последующей продажи, предложена автоматизированная система учета. Использование предложенной методики и разнообразных научно обоснованных методов позволило добиться комплексных результатов: экономических, научно-технических, ресурсных, социальных и экологических, что свидетельствует об успешности внедрения новых продуктов в пищевую отрасль.

В диссертационной работе Медведковой Инны Игоревны также представлены рекомендации производству, перспективы дальнейшей разработки темы и приложения.

Замечания и рекомендации по тексту диссертации

Отмечая актуальность, научную и практическую значимость диссертационной работы, необходимо обратить внимание соискателя на определенные недостатки исследования, к которым относятся:

1. В работе (с. 68–69, 214–215, 216–220, 222.) делается вывод о наличии в вешенке антифризных свойств, на основании которого данный вид грибов не рекомендуется замораживать. На мой взгляд, следует уточнить формулировку вывода, указав, что негативное влияние замораживания на качество вешенки имеет в основном товароведно-практическое значение, а саму вешенку исследовать в дальнейшем как криозащитный пищевой модификатор.

2. Основные экспериментальные данные (с. 6, 12, 80, 108–109, 118, 206–207.), включая социологические опросы, производственные испытания и исследования влияния нестабильного электроснабжения, получены на базе предприятий и организаций Донецкой Народной Республики. Это придаёт работе ярко выраженную региональную направленность, что, с одной стороны, является её сильной стороной (практическая значимость для региона), но с другой – ограничивает возможность прямого распространения полученных рекомендаций на другие субъекты Российской Федерации с иными климатическими, логистическими и экономическими условиями.

3. В задачах исследования и научной новизне заявлено, что разработанная автоматизированная информационная система является, по сути, «цифровым двойником» (Digital Twin). Однако из описания структуры и алгоритма работы системы (с. 9, 10, 286–307, 306–307.), предлагаемый комплекс, включающий технологическую (аппаратную) схему процессов (замораживание, тепловая и сублимационная сушка), базу данных о ресурсах и этих процессах, подсистему прогнозирования, расчетный модуль и модуль оперативного учёта, а также пользовательский интерфейс для взаимодействия сотрудников с системой и системы с производственным блоком не описан в полном объеме – отсутствует подробное описание апгрейдов технологической схемы и параметров двухсторонней связи цифрового двойника. Также, на мой взгляд, во избежание излишне широкой трактовки инновационности рекомендуется либо уточнить функциональные возможности системы и привести примеры, демонстрирующие её соответствие понятию «цифровой двойник», либо использовать более

корректный термин, например, «автоматизированная экспертная система» или «информационно-расчётная система поддержки принятия решений».

4. В диссертации представлены обширные данные по изменению как органолептических характеристик, так и физико-химических показателей в процессе хранения свежих грибов (с. 120–144 и 145–170 (глава 4), с. 171–173.). Однако в работе не приведён формальный корреляционный анализ, который бы позволил установить количественные зависимости между конкретными химическими изменениями и воспринимаемыми сенсорными дескрипторами (вкус, запах, консистенция, цвет). Это несколько снижает практическую ценность аналитических данных, так как не позволяет прогнозировать органолептическую оценку по объективным показателям.

5. Разработанные математические модели тепловой и сублимационной сушки являются важной частью исследования и положены в основу автоматизированной системы (с. 248, 255, Приложение И (с. 397–403), с. 306–307.). Однако в тексте диссертации и в приложениях не представлены результаты проверки адекватности этих моделей на независимых экспериментальных данных, не указаны доверительные интервалы прогнозов, ошибки аппроксимации, а также не показано, как модели учитывают вариабельность сырья (разные штаммы, степень зрелости, начальная влажность). Без такой верификации практическое применение моделей в производственных условиях может быть затруднено.

6. Следовало бы привести в работе аппаратные схемы всех рассматриваемых технологических процессов.

Высказанные замечания, вопросы и рекомендации носят рекомендательный характер и не снижают положительной оценки диссертационного исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация Медведковой Инны Игоревны отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научно-методологическом уровне. В ней на основании проведенных исследований, содержится решение научной проблемы, имеющей большое значение для пищевого сектора экономики.

Автореферат, апробация результатов исследования и публикации диссертанта отражают основное содержание работы и свидетельствуют об её завершенности.

Диссертационное исследование Медведковой Инны Игоревны на тему: «Научно-методологическое обоснование комплексного товароведно-технологического исследования качества и сохраняемости свежих и переработанных культивируемых грибов» соответствует паспорту научной специальности 4.3.3. Пищевые системы.

По содержанию и оформлению, актуальности, научной новизне, достоверности полученных результатов, обоснованности выводов, практической и теоретической значимости, рекомендациям производству, диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям, а ее автор, Медведкова Инна Игоревна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы.

Согласен на включение моих персональных данных в аттестационное дело соискателя Медведковой И.И. и их дальнейшую обработку.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

Доктор технических наук

(05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств;

05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов

функционального и специализированного назначения

и общественного питания),

профессор, и.о. зав. кафедрой технологии хранения и переработки

плодоовощной и растениеводческой продукции

ФГБОУ ВО «Российский государственный

аграрный университет

имени К.А. Тимирязева

Дата: 18.09.2026 г.

Альберт Хамед-Харисович Нугманов



Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Почтовый адрес:

127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

Тел. +7 (499) 976-04-80, эл. почта: albert909@yandex.ru