

На правах рукописи

Медведкова Инна Игоревна

**НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
КОМПЛЕКСНОГО ТОВАРОВЕДНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА И СОХРАНЯЕМОСТИ
СВЕЖИХ И ПЕРЕРАБОТАННЫХ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ**

Специальность: 4.3.3. Пищевые системы

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

доктора технических наук

Саратов – 2026

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского».

Научный
консультант:

Соколов Сергей Анатольевич
доктор технических наук, профессор

Официальные
оппоненты:

Бакайтис Валентина Ивановна,
доктор технических наук, профессор,
Автономная некоммерческая образовательная организация
высшего образования Центросоюза Российской Федерации
«Сибирский университет потребительской кооперации»
(СибУПК), ректор

Нугманов Альберт Хамед-Харисович,
доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный
университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (РГАУ-
МСХА)», и.о. заведующего кафедрой технологии хранения и
переработки плодовоовощной и растениеводческой продукции

Шахов Сергей Васильевич,
доктор технических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий», профессор кафедры машин и
аппаратов производственных процессов

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Российский государственный университет
народного хозяйства имени В.И. Вернадского»

Защита диссертации состоится 29.10.2026 г. в 12.00 на заседании диссертационного совета 35.2.035.07 на базе ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», по адресу: 410005, г. Саратов, ул. Соколова, 335, УК №3, диссертационный зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова» и на сайте <https://www.vavilovsar.ru>.

Отзывы направлять ученому секретарю диссертационного совета 35.2.035.07 по адресу: 410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3, e-mail: vasilissakutsenkova@yandex.ru

Автореферат разослан « ____ » _____ 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Куценкова Василисса Сергеевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Геополитические события, происходящие в мире, безусловно, отразились и на экономике страны. Одной из важнейших задач развития общества и страны является создание новых знаний и технологий, что отражено в Указе Президента РФ «Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий».

В принятом Постановлением Народного Совета Донецкой Народной Республики «Законе о безопасности и качестве пищевых продуктов» особое внимание уделено регулированию отношений в сфере обеспечения качества пищевых продуктов и их безопасности для здоровья человека.

В Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации обозначен комплекс мер по обеспечению кормовой, продовольственной и биологической безопасности страны, в том числе создание новых технологий и технических средств производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, их внедрение в производство.

Национальным проектом «Технология обеспечения продовольственной безопасности» предусматривается разработка федеральных проектов по направлению «Технико-технологическая независимость пищевой и перерабатывающей промышленности, кадровое и научное обеспечение АПК», что отвечает поднятым в работе проблемам дальнейшего совершенствования технологий как послеуборочной обработки, так и хранения, переработки и транспортировки пищевой продукции, в том числе и культивируемых грибов. Это является критически важным для устойчивости всей продовольственной системы.

Современные технологии, применяемые в сельском хозяйстве и пищевой промышленности, позволяют адаптировать производимые товары к потребностям рынка путем улучшения ассортимента пищевого сырья и продуктов питания. Это, в свою очередь, вызывает необходимость проведения постоянного мониторинга качества и безопасности культивируемых грибов как ценного сырьевого ресурса, предназначенного как для внутреннего рынка, так и на перспективу их экспорта. Однако отсутствие четкой стратегии цифровизации приводит к негативным последствиям, таким как снижение производственной эффективности и рост издержек, сложности с соблюдением строгих регуляторных требований, неэффективное использование оборудования и простоев, а также потеря конкурентоспособности на фоне предприятий, внедривших цифровые решения.

Для преодоления этих проблем требуется комплексный подход, включающий инвестиции в технологии, подготовку кадров, выбор подходящих интеграторов с отраслевым опытом, разработку стратегий цифровизации и постепенное внедрение цифровых решений с оценкой их эффективности.

Актуальность диссертационной работы подтверждается и тем, что она выполнена в соответствии с комплексным планом научно-исследовательских работ по государственным бюджетным темам ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»: «Трансформация потребительского рынка в контексте качества и безопасности

товаров и услуг» (№ Г–2017–12); «Изучение факторов обеспечения конкурентоспособности продукции в условиях политики импортозамещения» (№ Г–2021–5); «Товароведный и маркетинговый инструментарий защиты внутреннего рынка» (№ Г–2022–7); на хоздоговорной основе с предприятиями Донецкой Народной Республики выполнены работы: № 67/хт/2018; № 93/хт/2019; № 03/ хт/2020; № 007/хт/2023; № 122/хт/2024; №445/хт/2025; № 523/хт/2026 (практические результаты внедрены на предприятиях розничной торговли).

Степень разработанности темы. Весомый вклад в развитие теоретических и практических основ исследований товароведной оценки качества пищевых продуктов, разработки технологий и процессов пищевых производств внесли отечественные и зарубежные ученые: В.А. Азарова, В.И. Бакайтис, Л.В. Гарибова, Л.Г. Елисеева, Ю.Т. Жук, В.И. Криштафович, Ф.Ф. Колтунов, В.Д. Малыгина, А.А. Набоких, М.А. Николаева, А.Х.-Х. Нугманов, В.Г. Попов, Т.Н. Садовая, А.И. Сафрай, И.Э. Цапалова, Ш.К. Чоговадзе, С.В. Шахов, Дж. Веттер, А. Демирбас, Э. Мюллер, Дж. Тайлер, Р. Филлипс, Г. Шепер и другие ученые.

Исследованиями грибов как биологического пищевого продукта занимались С.Н. Басалаева, Л.В. Белокрылова, В.Т. Билай, Н.А. Бисько, С.П. Вассер, И.А. Дудка, В.В. Дятлов, Е.В. Макарова, Е.В. Мартенс, Н.Ю. Митропольская, Н.И. Мячикова, С.М. Мухутдинова, В.В. Соболев, Е.Н. Степанова, К.М. Сытник, П.А. Сычов, А.М. Цизь и другие.

Неохваченность промышленных пищевых производств цифровым контентом изучалась такими авторами, как В.И. Абрамов, В.В. Гордеев, С.А. Горохов, А.Д. Столяров и другими.

Отмечая вклад указанных авторов в разработку рассматриваемой тематики, следует признать, что имеющиеся публикации в недостаточной мере освещают весь комплекс проблем, связанных с вопросами хранения и переработки культивируемых грибов, поскольку в основном охватывают наиболее распространенные виды – шампиньоны, вешенки и опята. Следовательно, вопросы, связанные с культивируемыми грибами как продуктом и сырьем, требуют дополнительного изучения.

Исходя из проведенного анализа, выдвинута **научная гипотеза**, основанная на научно-технологической оптимизации процесса улучшения кондиции культивируемых грибов, обеспечении эффективной технологии их переработки и длительности сохранения их свойств возможны путем разработки комплексного товароведного и технологического изучения факторов, влияющих на потребительские качества свежих культивируемых грибов и продуктов их переработки, обоснования технологических схем, разработки математических моделей и программных продуктов в целях получения экономического, научно-технического, ресурсного, социального и экологического эффектов от производства и использования продуктов грибоводства.

Цель работы – разработка и реализация научных товароведных подходов к формированию и обеспечению эффективной технологической переработки и сохранности культивируемых грибов путем комплексного товароведного, технологического и автоматизированного выявления факторов оптимизации их качества и сохранности.

Задачи исследования:

1. Теоретически установить товароведный эмпирический базис для определения качества и сохраняемости культивируемых свежих и переработанных грибов с целью обеспечения высоких пищевых, лечебно-профилактических и иммуномодулирующих свойств; на основе балльного подхода обосновать оптимальные технологии для достижения эффективности их сохранности при переработке замораживанием и сушкой.

2. Исследовать рынок культивируемых грибов, установить рейтинг их спроса и наличия в торговых сетях, обосновать факторы, обуславливающие необходимость их более активного использования в пищевой индустрии.

3. Исследовать химический состав культивируемых грибов, установить закономерности изменения ферментативной активности ингибитора трипсина, каталазы, динамику содержания азотистых веществ и аминокислотного профиля, а также факторов, влияющих на накопление малонового диальдегида при различных температурных воздействиях и длительности хранения в зависимости от упаковочного материала.

4. Экспериментально-аналитически установить эффективность технологий переработки: глубокого замораживания (влияние на химический состав бланшированных и небланшированных грибов в зависимости от стадии развития плодового тела, вида упаковки и сроков хранения); замораживание культивируемых грибов с учетом наличия антифризных свойств и их влияния на потребительские свойства замороженной грибной продукции; теневой и тепловой сушки (влияние на содержание общего белка и фракционный состав грибов); динамику изменения физико-химических показателей, в том числе лекарственных и ароматических веществ, при сублимационной сушке в зависимости от упаковки, температуры и сроков хранения.

5. Разработать и исследовать порошкообразные грибные композиции из различных видов культивируемых грибов для соусов, дать оценку их полезности.

6. Разработать автоматизированную систему управления, представляющую собой цифровую расчетно-информационную систему товароведно-технологической оценки исходного качества свежих культивируемых грибов с целью прогнозирования эффективности их последующего хранения, переработки и использования в качестве пищевых продуктов, которая, являясь по сути цифровым двойником (Digital Twin), станет обновляться в реальном времени на основе фактических данных, поступающих с действующего объекта, что позволит моделировать технологический процесс в объективных условиях, планировать свойства продукта на выходе и принимать на этом основании решения.

7. Дать оценку экономической эффективности от внедрения результатов исследований и обосновать значимость экономического развития индустрии грибов и продуктов их переработки для потребительского рынка.

Объект исследований – формирование, улучшение и сохранение качества культивируемых грибов различных видов за счет эффективной технологической переработки и хранения.

Предмет исследований – закономерности технологии повышения качественных показателей и длительности хранения культивируемых грибов при их поставках в торговую сеть в свежем состоянии и в виде полуфабрикатов.

Научная концепция работы заключается в создании целостной системы теоретических основ и практических рекомендаций по формированию качества и обеспечению эффективной технологической переработки культивируемых грибов с учетом современных требований безопасности и пищевой ценности.

Научная новизна работы:

1. Впервые создана автоматизированная система управления процессами переработки культивируемых грибов на основе разработки математических моделей процессов тепловой и сублимационной сушки «Товароведная информационная система по прогнозированию и дальнейшему использованию свежих культивируемых грибов» для обеспечения населения качественными продуктами питания из грибоводства.

2. Установлено химическое и биологическое влияние температурного фактора и продолжительности хранения грибов на содержание сухих и азотистых веществ, изменение аминокислотного профиля, активность ферментов трансфераз, амилазы, каталазы и активность ингибитора трипсина, изменения липидов и концентрации малонового диальдегида; установлена целесообразность операции предварительного бланширования, положительно воздействующего на химический состав грибов при замораживании; дана оценка влияния процесса замораживания на физико-химические, биохимические, морфологические и органолептические свойства грибов при изменении температурно-влажностных режимов их переработки и сроках хранения в различных упаковках.

3. Доказан критический температурный диапазон хранения замороженного грибного сырья в условиях нестабильного энергоснабжения.

4. Впервые применительно к грибам установлено негативное влияние антифризных свойств, имеющихся в некоторых культивируемых грибах, на технологический процесс замораживания свежих грибов с целью их хранения, что полностью нивелирует сам процесс замораживания как вид переработки грибной продукции для данных грибов.

5. Установлено влияние физических параметров теневой и тепловых процессов сушки на прогнозируемое формирование белкового, углеводного, органолептического и вкусоароматического состояния продуктов питания из культивируемых грибов.

6. Впервые разработан новый метод цифрового информационного товароведно-технологического оценивания исходного качества сырья для управления системами хранения и переработки грибов на основании математического моделирования процессов замораживания, тепловой и сублимационной сушки.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость исследований заключается в развитии знаний в области научного обоснования и разработки новых технологических решений по обеспечению качества и увеличению сроков хранения культивируемых грибов в зависимости от применяемых упаковочных материалов и температурно-влажностных режимов. Резуль-

таты работы вносят вклад в формирование и развитие научной базы применения полученных зависимостей и выявленных закономерностей, что позволило сформулировать новые знания, используемые в учебном процессе при реализации дисциплин для подготовки бакалавров и магистров по направлениям 38.03.07, 38.04.07 – «Товароведение», 35.03.07 – «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» при выполнении обучающимися курсовых и выпускных квалификационных работ. Получена справка о внедрении результатов диссертационной работы в учебный процесс ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ».

Практическая значимость исследования заключается в том, что теоретические положения, подтвержденные исследованиями, доведены до уровня конкретных методических подходов, положений и рекомендаций, обуславливающих совершенствование процессов улучшения качества грибной продукции посредством использования комплексного подхода в вопросах развития и обеспечения результативности технологии переработки и сохранения культивируемых грибов:

- составлены и предложены грибные композиции на основе одно- и многокомпонентных грибных порошков различных видов сушеных культивируемых грибов для разных направлений использования. Предложены рецептуры инновационных грибных продуктов, разработана и внедрена в производство 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 «Долио-успех»; ООО «Хуторок»;

- промышленная апробация проведена на производственных перерабатывающих предприятиях пищевой промышленности: ООО «Великоновоселковский консервный завод» (Дон.обл., пгт. 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»;

- новизна и практическая значимость предлагаемых технических решений подтверждена 3 патентами на полезную модель (UA №40410 «Способ хранения свежих культивируемых грибов», №107037 «Способ приготовления грибных чипсов», №118859 «Замороженная грибная смесь «Овоще-грибная»);

- получена справка о внедрении результатов диссертационной работы от Правительства ДНР, Министерства агропромышленной политики и продовольствия ДНР; Благодарственное письмо за успешную апробацию результатов науч-

но-исследовательских работ в сегменте разработки и интеграции инновационных грибных продуктов для сети ресторанного бизнеса от Министерства промышленности и торговли ДНР; получена справка о внедрении результатов диссертационной работы в ФГБУ «Донецкая лаборатория судебной экспертизы Министерства юстиции Российской Федерации».

Методология и методы исследования. Для получения результатов при проведении теоретических, научных и практических исследований были использованы следующие методы: сравнительный, системный и экономико-статистический анализы, а также экспертный, практический, измерительный, органолептический и социологический методы исследования. В том числе применялись сенсорные, физико-химические, биохимические, структурно-механические, спектрофотометрические, криоскопические подходы. Обработка полученных результатов осуществлялась с привлечением математических методов обработки данных и средств математического программирования.

Полученные данные экспериментальных исследований обрабатывались с помощью компьютерных программ Microsoft Excel 2024, MathType v7.11 и Statistica 13.3. По итогам обработок строились схемы, выполненные в программных продуктах Visio v16 и Компас 3d v2024.

Научные положения и результаты, выносимые на защиту:

- результаты маркетинговых исследований рынка культивируемых грибов на предприятиях сферы торговли и услуг в контексте современных реалий производства и реализации продукции грибоводства и политики импортозамещения;
- научное обоснование и экспериментальное подтверждение наличия у культивируемых грибов ценных свойств, связанных с особенностями их химического состава и способностью синтезировать биологически активные вещества, а также их значение для дальнейшей промышленной переработки и использования в питании;
- результаты комплексного исследования влияния процессов замораживания и сушки на качество и сохраняемость культивируемых грибов и рекомендации по использованию замороженной и сушеной грибной продукции; аналитические предпосылки исключения некоторых видов культивируемых грибов из технологии замораживания ввиду наличия у них антифризных свойств; разработка рецептур грибных композиций из разных видов сушеных культивируемых грибов и рекомендации по их применению;
- научное обоснование дальнейшего использования свежих культивируемых грибов и разработка авторской автоматизированной информационной системы товароведной направленности для прогнозирования и дальнейшего их использования;
- пакет информационных материалов, полученных в результате комплексных исследований, математических и статистических выкладок, привлечения и использования цифровых продуктов, обусловивших основные численные результаты, выносимые на защиту.

Степень достоверности и апробация работы. В диссертационном исследовании обеспечивается надежность полученных результатов за счет адекватного

объема наблюдений, а также использования как общепринятых, так и новейших исследовательских подходов, отвечающих поставленным целям и задачам. Сформулированные научные тезисы, умозаключения и предложения подкреплены эмпирическими данными, наглядно представленными в таблицах и на графиках. Обработка, статистический анализ и интерпретация полученных данных осуществлялись с применением актуальных методов обработки информации и статистического анализа. Точность результатов подтверждается использованием современных аналитических методик, проведением экспериментальных методов, математической и статистической обработкой данных, практической апробацией в промышленной и научной среде, оценкой готовых изделий, а также презентацией результатов на конференциях, в виде публикаций монографий и статей в рецензируемых журналах ВАК.

Основные результаты и положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на конференциях различных уровней: г. Днепропетровск (2008 г.); г. Москва (2009 г.); г. Харьков (2009 г.); г. Гомель (2010 г.); г. Будва, Черногория (2013 г.); г. Луцк (2013 г.); г. Днепропетровск (2014 г.); г. Варна, Болгария (2014 г.); Луцк (2014 г.); г. Одесса (2014 г.); г. Екатеринбург (2015, 2017 гг.); г. Мелеуз (2016 г.); г. Москва (2017, 2019, 2024 гг.); г. Донецк (2010, 2013, 2014, 2017–2026 гг.); г. Орел (2009, 2018, 2019, 2023–2026 гг.); г. Тюмень (2019, 2024 гг.); г. Краснодар (2019, 2023 гг.); г. Макеевка (2023 г.); г. Бишкек (2023, 2024 гг.); г. Санкт-Петербург (2024 г.); г. Сочи (2020, 2024–2026 гг.); г. Ялта-Херсон (2024, 2025 гг.); г. Грозный (2025 г.); г. Новосибирск, г. Казань–Набережные Челны (2026 г.); Таджикистан, г. Дашогуз, (2026 г.); Туркменистан, г. Ашхабад, (2026 г.) и других в период с 2008 по 2026 гг.

Публикации. По теме диссертации опубликованы 133 научные работы, в том числе 28 статей в рецензируемых научных изданиях, из них 16 в научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки Украины и ДНР (в соответствии с постановлением Правительства РФ от 18.03.2023 г. № 415) и 12 в рецензируемых научных журналах по перечню ВАК РФ, 7 коллективных монографий, 14 статей в других рецензируемых научных журналах, включенных в РИНЦ, 3 патента на полезные модели, 2 методические рекомендации, 1 депонированная работа. Общий объем публикаций составляет 65,8 печ. л., из которых 47,2 печ. л. принадлежат лично соискателю.

Личный вклад автора. Диссертационная работа представляет собой самостоятельное квалифицированное научное исследование, проведенное в период 2008–2026 гг. Личный вклад автора состоит в формулировке и аргументации актуальности темы, создании структуры и плана исследовательского процесса, осуществлении теоретических и эмпирических изысканий, в обработке и интерпретации полученных данных, а также в обобщении имеющихся материалов и подготовке их к публикации, организации внедрения результатов. В рамках коллективных научных работ, соискателю принадлежат планирование исследовательской работы, координирование экспериментальных исследований и непосредственное участие в их проведении, анализ полученных данных, их систематизация и теоретическая интерпретация.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности..

Проведенные исследования соответствуют п. 10, 19, 21, 29, 33, 36 паспорта научной специальности 4.3.3. Пищевые системы.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 8 глав, заключения и списка литературы. Работа изложена на 460 страницах компьютерного текста, содержит 71 таблицу, 140 рисунков и 18 приложений. Список литературы включает 417 наименований, в том числе 67 иностранных источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, дана ее общая характеристика, показана степень разработанности темы, сформулированы концепция, цель, объект, предмет, задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, выделены методология и методы исследования, а также положения, выносимые на защиту, определена степень достоверности и апробация результатов.

Первая глава **«Товароведно-технологическое изучение качества культивируемых грибов: аналитические основы и эмпирический базис»** посвящена изучению особенностей химического состава плодовых тел культивируемых грибов разных видов как объекта переработки и лечебно-профилактических свойств отдельных их видов; характеристике способов хранения свежих грибов и их изменений при хранении; вопросам обоснования необходимости переработки свежих культивируемых грибов и технологическим способам продления их сохранности.

Проведенное теоретико-эмпирическое исследование товароведно-технологических свойств и качества культивируемых грибов позволило констатировать: изученный химический состав, природные и приобретенные свойства, глубокий анализ состава и свойств свежих и переработанных культивируемых грибов стали основанием для утверждения, что переработка целесообразна, так как свежие грибы, являясь живым организмом, способны сохраняться без изменения качества от нескольких часов до 1–2 суток и не подлежат более длительному хранению без потери потребительских свойств и товарного качества.

В научной литературе отсутствуют четкие данные, позволяющие оценить степень влияния различных факторов на изменение качества грибов на этапах подготовки к замораживанию, во время самого процесса замораживания и в процессе длительного хранения при отрицательных температурах в различных упаковочных материалах. Сушка как способ переработки грибной продукции является наиболее технологически обеспеченным, но наименее изученным в силу отсутствия широкой нормативной базы.

Во второй главе **«Организация эксперимента, объекты и методы исследований»** описана организационная структура экспериментов и разработана проблемно-концептуальная схема исследований; определены объекты и методы исследований: разработаны новые методологические основы информационного обеспечения товароведно-технологического процесса хранения и переработки

культивируемых грибов; разработана алгоритмическая модель оценки качества исследуемых продуктов грибоводства.

С использованием системного подхода к анализу развития и обеспечения эффективной технологической переработки и сохраняемости культивируемых грибов разработана проблемно-концептуальная схема исследований и внедрения результатов в практику, исходным положением которой является научно-экспериментальное обоснование эффективной технологии хранения культивируемых грибов и их дальнейшей переработки (рисунок 1).



Рисунок 1 – Проблемно-концептуальная схема исследований

Исследованию подверглись семь видов культивируемых грибов: вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus*) (3 штамма: НК-35В; Н-7; К-1); 6 штаммов шампиньона: 3 штамма шампиньона двуспорового (*Agaricus bisporus*) белой расы (F-58; А-15; В-86), 3 штамма шампиньона двухспорового коричневой расы (N-273; ГДР-2; А-311); штамм опенка летнего (*Kuehneromyces mutabilis*); штамм опенка зимнего (*Flammulina velutipes*); штамм кольцевика (*Strophari ragoso annulata*); 3 штамма шиитаке (*Lentinula edodes*) (370; RL-7; ТЛ-4080); штамм мейтаке (*Grifola frondosa*).

Исследования проводились с использованием материально-технической базы специализированных лабораторий: Донецкого клинического территориального медицинского объединения (ДОКТМО); ФГБУ «Донецкая лаборатория судебной экспертизы Министерства юстиции Российской Федерации»; ФГБНУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко»; ФГБНУ «Донецкий ботанический сад»; в лабораториях предприятий по выращиванию культивируемых грибов г. Донецка и Дон. обл. (тепличные комбинаты ООО «Биотехнология», ООО «Великоновоселковский консервный завод», ООО «Перспектива», ООО «Тепличный», ООО «Теплицы Донбасса»); ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ» на кафедре товароведения продовольственных товаров и экспертизы продукции сельского хозяйства и на кафедре оборудования пищевых производств.

Оригинальными методиками определяли: водозэкстрагируемый белок (на биохимическом анализаторе Vitalab Flexor (биуретовым методом)); специфичные белки (фотоколориметрически на анализаторе Kone progress plus с калибратором Specicol и разжижителем Specimen); глюкозу (на анализаторе Vitalab Flexor путем ферментативного колориметрического анализа глюкозооксидазным методом (GOD-POD)); фракции белка (путем разгонки на ацетатцеллюлозной пленке в электрофоретической камере «Титан Плюс»); активность ферментов (на биохимическом анализаторе Vitalab Flexor колориметрически); липопротеиды (на биохимическом анализаторе Vitalab Flexor ферментативно); биохимически активные компоненты (колориметрически на биохимическом анализаторе Kone progress plus); свободные и связанные аминокислоты (методом ионообменной хроматографии на жидкостном хроматографе Hitachi L-8800 (Япония). При создании системы балльных оценок органолептических показателей культивируемых грибов применялся критериальный метод построения шкалы оценки.

Результаты исследований были подвергнуты математико-статистической обработке на ПЭВМ с использованием пакетов прикладных программ MS Office Excel 2024, Statistica Release 14.3 2025, SMath Studio. В целях обработки полученных результатов было использовано математическое моделирование, основанное на данных, полученных из теории и эксперимента. Процесс замораживания был смоделирован с использованием приемов научного и знакового математического моделирования. Для отображения тепловой сушки была сгенерирована имитационная математическая модель

Для реализации автоматизированной информационной системы «Товароведная информационная система по прогнозированию и дальнейшему использованию свежих культивируемых грибов» была использована среда программирования Delphi 12.3 Community Edition.

В процессе исследования опытные образцы грибов хранились в свежем виде в различной упаковке и без нее, а также подвергались технологической обработке двумя способами: замораживанием и теневой, тепловой и сублимационной сушками.

Разработан алгоритм основных этапов исследования товароведной оценки качества и оптимизации управления системами хранения и переработки грибной продукции (рисунок 2).

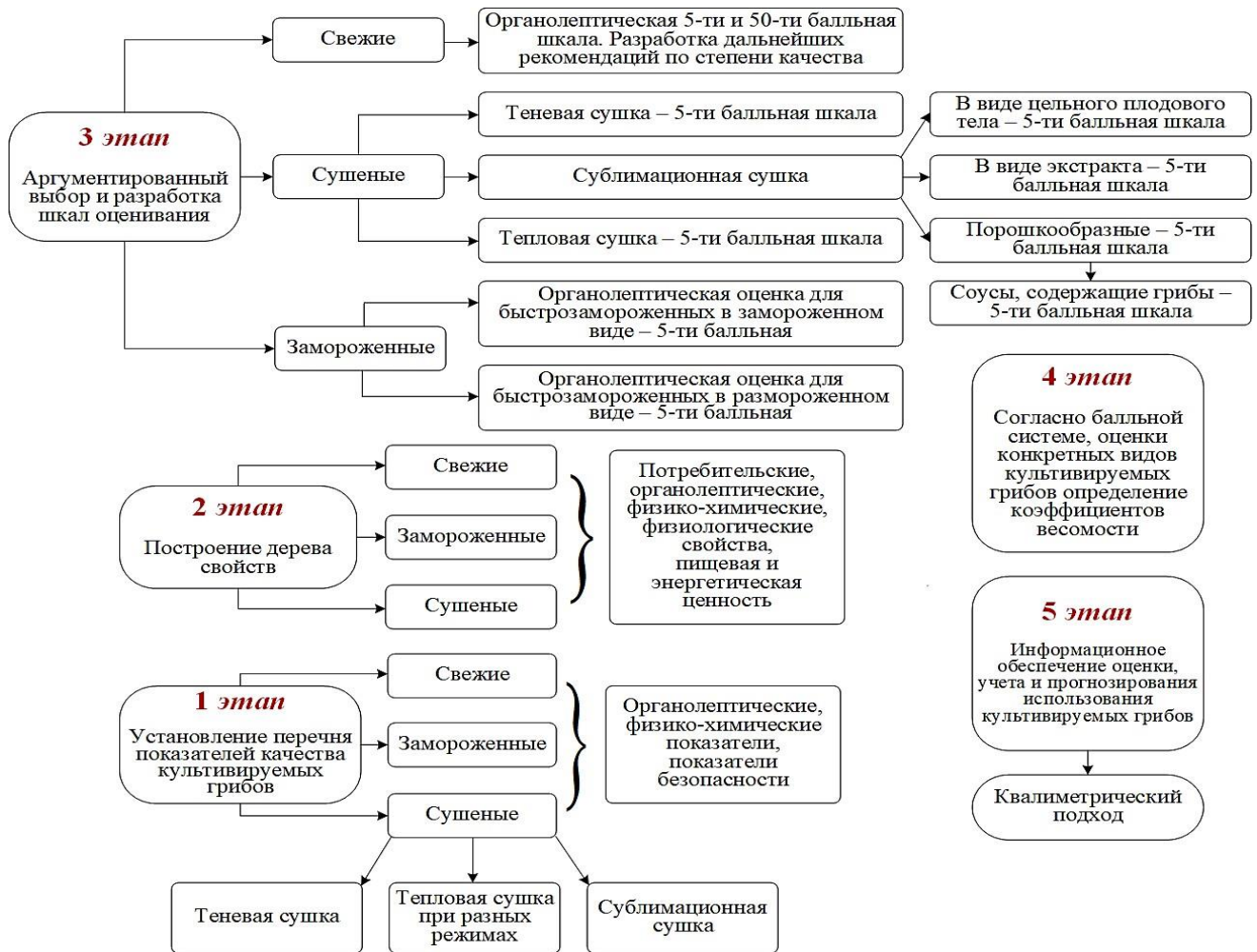
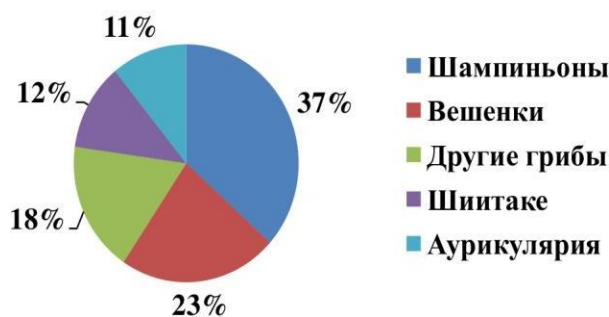


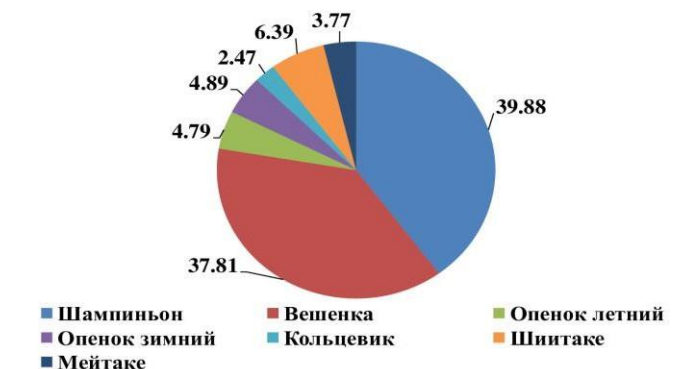
Рисунок 2 – Алгоритм основных этапов исследования товароведной оценки качества культивируемых грибов

В третьей главе «Анализ рынка культивируемых грибов» проведена оценка производства, потребления и выявлены характеристики емкости рынка грибов.

Исследование рынка культивируемых грибов показало рост популярности и востребованность, особенно шампиньонов, вешенки, шиитаке (рисунок 3).



Рейтинг популярности культивируемых грибов в мире, %



Сегментация рынка культивируемых грибов в России, %

Рисунок 3 – Баланс спроса и предложения на рынке грибов

Изучение спроса, предложения и потребительских предпочтений в разрезе видового состава ассортимента культивируемых грибов отражает состояние рынка грибов Российской Федерации (рисунок 4).

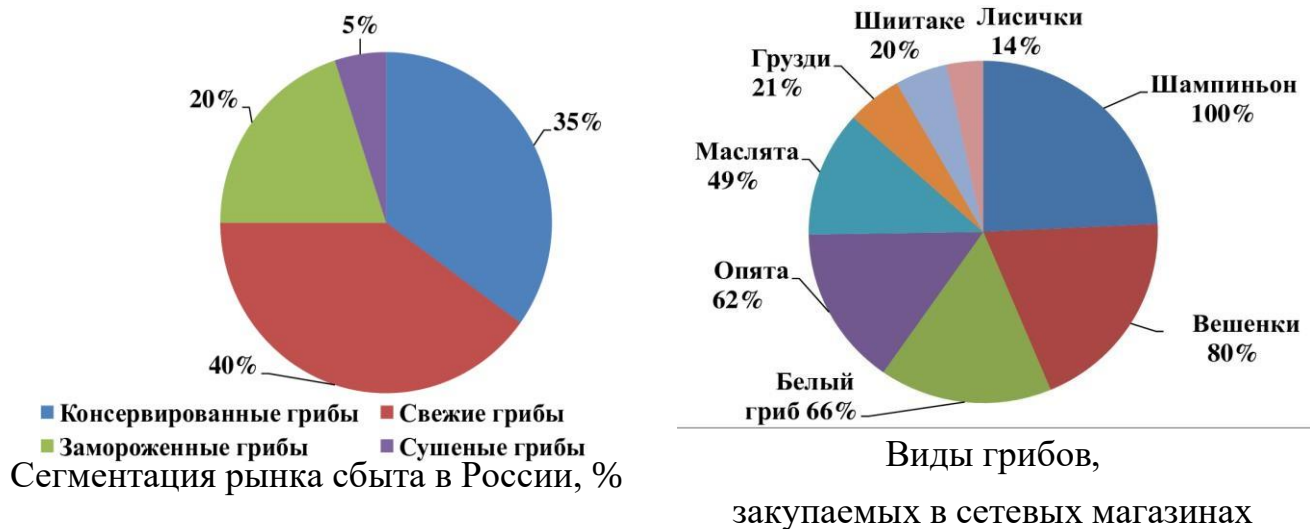


Рисунок 4 – Состояние рынка культивируемых грибов в Российской Федерации

Для более полного раскрытия перспектив роста рынка культивируемых грибов и их производных в рамках программы исследования на базе супермаркетов города Донецка был проведен социологический опрос (рисунок 5).

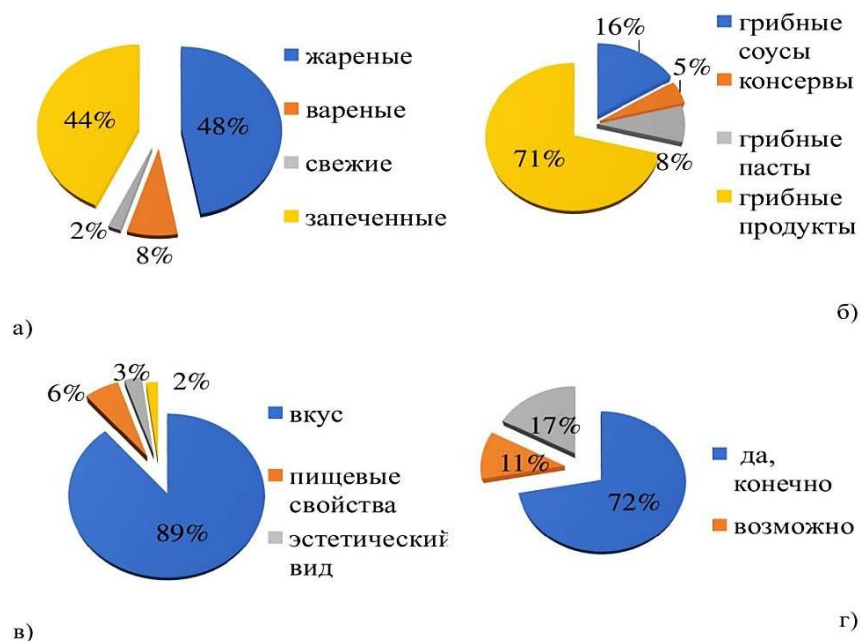


Рисунок 5 – Предпочтения при приготовлении:

а) приготовление грибов; б) переработанные продукты из грибов;
в) какие качества привлекают; г) хорошая ли альтернатива мясу

Установлено, что спрос населения в г. Донецке не удовлетворяется, т. к. ассортимент свежих грибов в торговых предприятиях Донецкой Народной Республики ограничен шампиньонами и вешенками. Это связано с разрушением грибной

отрасли из-за сложившейся в Донбассе геополитической обстановки. Стратегией развития ДНР предусмотрено возрождение сельского хозяйства и, несомненно, отрасли культивируемых грибов как ценной для организма человека продукции.

Глава четвертая «Исследование качества и сохраняемости свежих культивируемых грибов» посвящена изучению влияния основных параметров хранения на органолептические свойства и качество культивируемых грибов, на изменения их физико-химического состава в различных температурных режимах, а также на прогнозные рекомендации по их сохраняемости.

Исследовано влияние способов упаковки и сроков хранения на органолептические и физико-химические показатели качества свежих культивируемых грибов. Собранные грибы упаковывали: полиэтилен низкого давления толщиной 20 мкм (ПЭ); поливинилхлорид (ПВХ); полиэтилен низкого давления с высоким коэффициентом растяжимости, толщиной 20 мкм – стрейч-пленка (СП). Поддержание температурного режима осуществлялось при $t 2\pm 0,5^\circ\text{C}$ и $4\pm 0,5^\circ\text{C}$ и $\phi 85 \pm 5\%$. В качестве эталонного образца использовались свежие не упакованные грибы, хранившиеся при $t 4\pm 0,5^\circ\text{C}$. Органолептические характеристики оценивали через установленные интервалы времени. Эксперимент по хранению прекращали при появлении признаков гниения или полного высыхания грибов.

По результатам дегустации были выставлены балльные оценки в соответствии с разработанной шкалой. Для каждого показателя рассчитан коэффициент весомости с использованием математического, статистического и прогнозного инструментария. Для комплексной органолептической оценки применяли дескрипторно-профильный метод (рисунок 6).

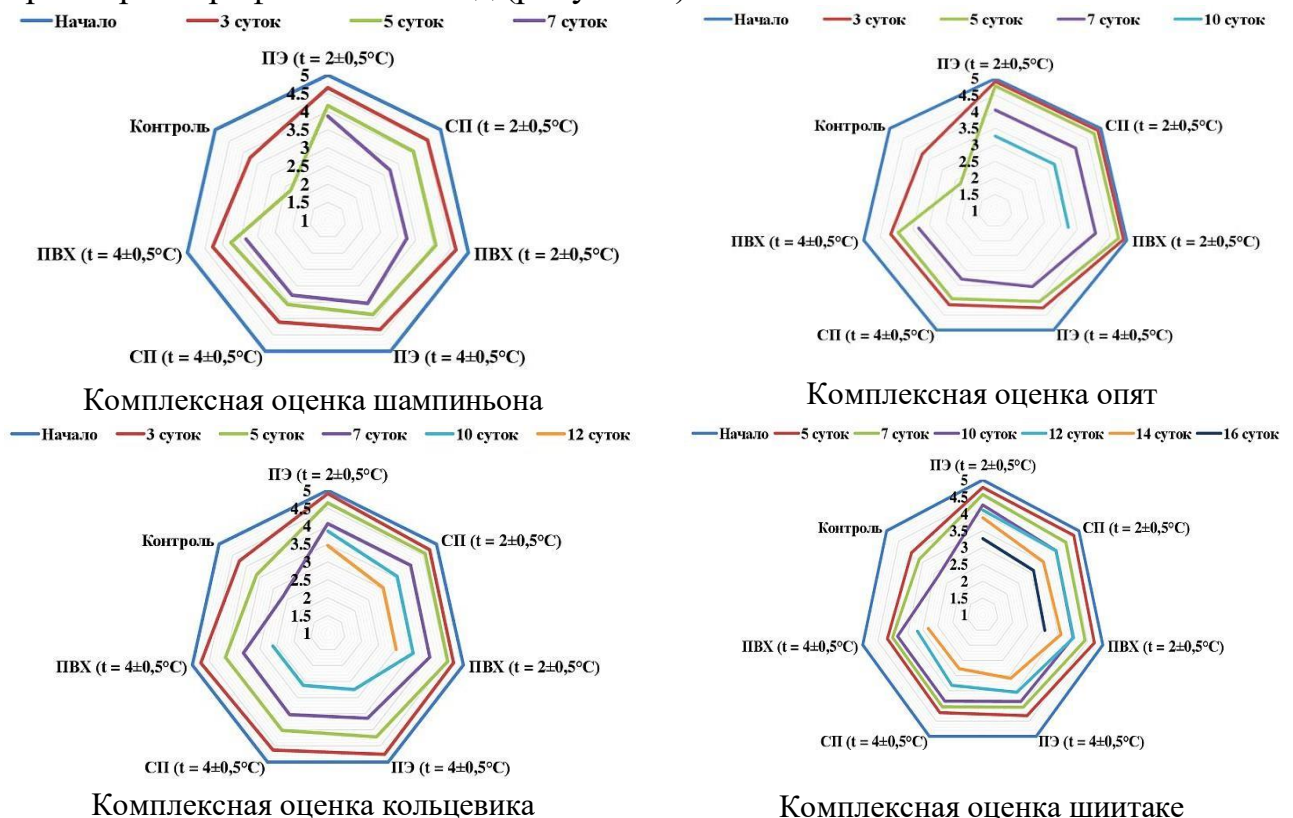


Рисунок 6 – Определение профиля комплексной органолептической оценки культивируемых грибов в процессе хранения

На примере шампиньонов можно констатировать, что грибы, упакованные в ПВХ и СП-пленки, после пятидневного хранения при температуре $2 \pm 0,5$ °С сохраняют высокое качество – 4,08 и 4,04 балла, что соответствует высшей категории. Спустя семь дней хранения отмечено уменьшение интенсивности аромата, в то время как цвет и текстура практически не претерпели изменений (3,25 и 3,21 балла), что соответствует второй категории качества. Продолжительное хранение в течение 10 дней вызывало увеличение площади темных пятен на шляпках, изменение цвета в сторону более темного оттенка и появление слабовыраженного гнилостного запаха, после чего хранение шампиньонов было прекращено.

Сохранение шампиньонов при температуре $4 \pm 0,5$ °С, как в упаковке, так и без нее, обеспечивает их оптимальные характеристики в течение первых трех суток. По истечении этого времени наблюдается уменьшение интенсивности аромата, в то время как текстура остается относительно стабильной. Грибы, упакованные в полиэтилен, поливинилхлорид или стретч-пленку, спустя три дня соответствуют критериям 1-ой категории. К пятому дню хранения отмечается появление темных пятен на шляпке, ее увядание, размягчение тканей и возникновение запаха, не свойственного свежим шампиньонам. Эти изменения приводят к тому, что грибы переводятся во 2-ую категорию, а на седьмой день они признаются непригодными к реализации и подлежат утилизации.

По результатам органолептической оценки грибов отмечена одинаковая тенденция влияния температур и видов упаковок для всех исследуемых образцов свежих культивируемых грибов: чем ниже положительная температура хранения, тем больше увеличивается срок хранения. Хранение грибов в упаковочных материалах также способствует увеличению сроков хранения. По результатам проведенных исследований предложены рекомендации по оптимальным срокам хранения для исследуемых свежих культивируемых грибов в упаковке и без упаковочного материала (таблица 1).

Таблица 1 – Рекомендуемые сроки и режимы хранения исследуемых свежих культивируемых грибов

Вид грибов	Относительная влажность окружающей среды, %	Срок хранения, сутки	
		без упаковки $4 \pm 0,5$ °С	в упаковке (ПЭ) $2 \pm 0,5$ °С
Вешенка	80÷85	3	7
Шампиньон	85	3	7
Опенок летний	80÷85	5	8
Опенок зимний	80÷85	5	8
Кольцевик	85	7	12
Шиитаке	85÷90	8	18
Мейтаке	85÷90	8	18

Для оценки сохраняемости свежих грибов в различных упаковочных материалах в процессе хранения, а также их пригодности к дальнейшему использованию, или практическому применению, были аналитически разработаны 5 степеней качества грибной продукции, расположенных в иерархии от высшей к низ-

шей. Разработанные степени качества используются далее при рекомендациях по хранению, реализации и выбору переработки свежих грибов (таблица 2).

Таблица 2 – Рекомендации по хранению, реализации и последующему вы-бору переработки свежих грибов в зависимости от степени качества

Степень качества	Рекомендации для хранения и последующей переработки
5 степень (наивысшая)	Для дальнейшего хранения свежих культивируемых грибов, а также для реализации
4 степень (хорошая)	Для переработки путем замораживания (с предварительным бланшированием или без) Для переработки путем высушивания (теневая, тепловая, сублимационная сушки)
3 степень (удовлетворительная)	Для переработки путем замораживания (с обязательным предварительным бланшированием) Для переработки путем высушивания (тепловая и сублимационная сушки)
2 степень (низкая)	Для переработки путем высушивания (тепловая сушка при 75° С и выше)
1 степень (отрицательная)	Не рекомендуется хранить, реализовывать и перерабатывать, подвергнуть утилизации

На примере хранившихся свежих шиитаке и мейтаке показано, что оценка их комплексного показателя качества дала одинаковые результаты на протяжении всего срока хранения. Соответственно, степени качества и рекомендации по дальнейшему хранению и использованию могут рассматриваться для этих видов грибов по одному заданному вектору (рисунок 7).

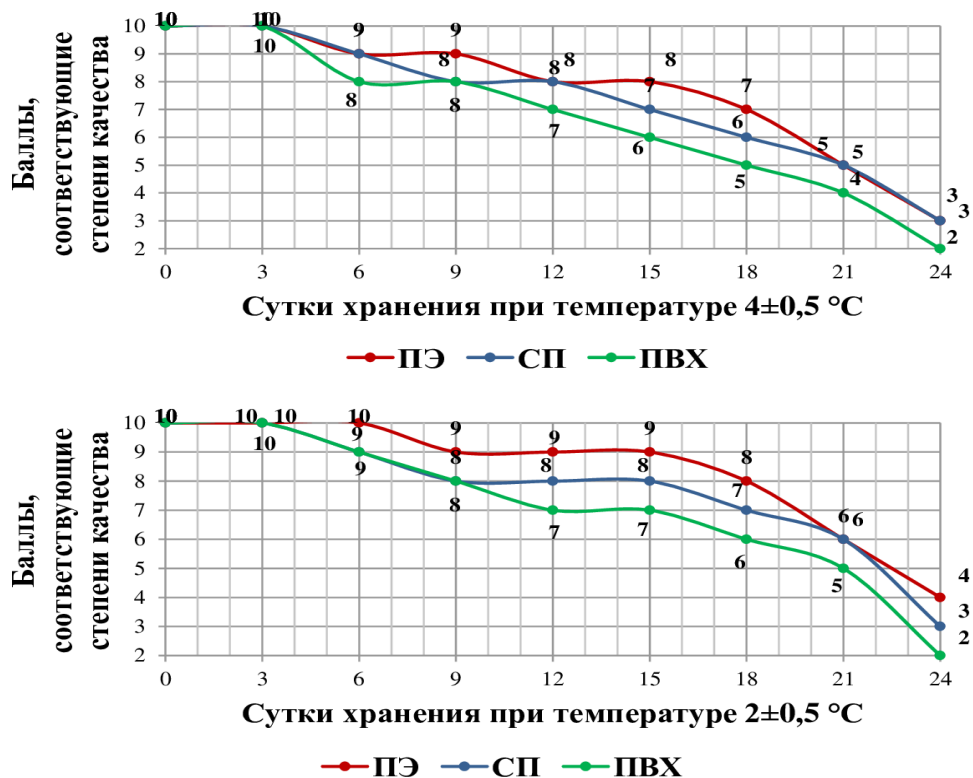


Рисунок 7 – Оценка степени качества свежих шиитаке и мейтаке в зависимости от типа упаковочной пленки при хранении (2÷4 °C)

Оценку степени качества определяли путем сравнения фактических показателей продукции с нормами, установленными в разработанной описательной шкале.

Результаты проведенных исследований органолептических показателей качества свежих культивируемых грибов, а также балльная оценка их комплексного показателя качества и определение возможной степени легли в разработку автоматизированной товароведной информационной системы по прогнозированию и дальнейшему использованию свежих культивируемых грибов.

При хранении грибов наблюдается некоторое снижение содержания сухих веществ, и, прежде всего, усвояемых сахаров, в результате их потребления грибами для поддержания процессов жизнедеятельности. Такое состояние прослеживается для всех опытных образцов культивируемых грибов и визуализировано на примере шампиньонов коричневой расы (таблица 3).

Таблица 3 – Динамика сухих веществ шампиньонов коричневой расы в процессе хранения (при t $0\pm0,5$ °C, $2\pm0,5$ °C, $4\pm0,5$ °C, $6\pm0,5$ °C), %

Срок хранения, сутки	Температура хранения, °C			
	$0\pm0,5$	$2\pm0,5$	$4\pm0,5$	$6\pm0,5$
на начало	$13,22\pm0,04$	$13,22\pm0,04$	$13,22\pm0,04$	$13,22\pm0,04$
3	$11,70\pm0,05$	$11,18\pm0,04$	$11,24\pm0,06$	$11,47\pm0,07$
6	$11,68\pm0,03$	$11,24\pm0,06$	$11,11\pm0,08$	$10,88\pm0,09$
9	$11,36\pm0,06$	$10,46\pm0,03$	$11,01\pm0,03$	$10,27\pm0,05$
12	$11,12\pm0,07$	$9,82\pm0,07$	$10,08\pm0,02$	$9,36\pm0,07$

Отмечено, что количество сухих веществ в шампиньонах коричневой расы подвержено колебаниям в зависимости от времени и температуры хранения. Это объясняется резкой сменой окружающей среды после отделения грибов от мицелия, а также влиянием более низких температур при хранении, что приводит к их стрессовому состоянию. Установлено, что после первоначального шока, вызванного сменой условий, в грибах наступает период относительной стабилизации метаболических процессов и адаптации к окружающей среде. Следовательно, ключевыми факторами, определяющими изменения в количественном и качественном составе сухих веществ грибов, являются температура и длительность хранения.

Наиболее показательными при изучении липидного комплекса грибов были грибы кольцевика, которые контролировались на протяжении 15 суток в температурном режиме от 0 до 6 °C и влажности 85 % (таблица 4).

Таблица 4 – Динамика содержания липидов в кольцевике при хранении, % (на абс. сухое вещество)

Температура, °C	Продолжительность хранения, сутки					
	на начало	3	6	9	12	15
$0\pm0,5$	$1,32\pm0,16$	$1,28\pm0,06$	$1,23\pm0,03$	$1,14\pm0,03$	$1,07\pm0,07$	$0,98\pm0,02$
$2\pm0,5$	$1,32\pm0,16$	$1,22\pm0,05$	$1,18\pm0,04$	$1,09\pm0,02$	$0,98\pm0,06$	$0,88\pm0,05$
$4\pm0,5$	$1,32\pm0,16$	$1,20\pm0,17$	$1,15\pm0,01$	$0,95\pm0,02$	$0,91\pm0,05$	$0,81\pm0,03$
$6\pm0,5$	$1,32\pm0,16$	$1,18\pm0,06$	$1,10\pm0,06$	$0,91\pm0,05$	$0,86\pm0,03$	$0,78\pm0,03$

Анализируя данные таблицы 4, можно отметить, что по всем вариантам хранения наблюдается снижение содержания жиров. Так, снижение содержания липидов происходило практически с одинаковой динамикой: от 1,32 % до 0,98 % при t хранения 0 °С, от 1,32 % до 0,88 % при t хранения $2\pm 0,5$ °С, от 1,32 % до 0,81 % при t хранения $4\pm 0,5$ °С, от 1,32 % до 0,78 % при t хранения $6\pm 0,5$ °С. Вероятно, это связано с расщеплением сложных молекул жира, при котором выделяется энергия, необходимая для продолжения жизнедеятельности клеток. Однако следует отметить, что индекс падения содержания жиров повышается пропорционально увеличению температуры хранения свежих грибов.

Нежелательным в процессе преобразования жиров при хранении является образование вредных продуктов распада, к основным из которых относится малоновый диальдегид (МДА), обладающий канцерогенными свойствами. Это продукт окисления липидов, но он может также образовываться при распаде углеводов и белков. Установлено увеличение концентрации МДА в грибах (таблица 5).

Таблица 5 – Динамика содержания МДА в кольцевике при хранении, ммоль/литр

Температура, °С	Продолжительность хранения, сутки					
	На начало	3	6	9	12	15
0 $\pm$ 0,5	1,28 $\pm$ 0,00012	2,34 $\pm$ 0,0003	2,29 $\pm$ 0,0003	1,86 $\pm$ 0,0002	1,65 $\pm$ 0,00018	1,50 $\pm$ 0,00017
2 $\pm$ 0,5	1,28 $\pm$ 0,00012	2,47 $\pm$ 0,00032	2,39 $\pm$ 0,00031	2,05 $\pm$ 0,00027	1,85 $\pm$ 0,0002	2,00 $\pm$ 0,00026
4 $\pm$ 0,5	1,28 $\pm$ 0,00012	2,58 $\pm$ 0,00033	2,47 $\pm$ 0,00032	2,34 $\pm$ 0,0003	2,21 $\pm$ 0,00029	2,20 $\pm$ 0,00028
6 $\pm$ 0,5	1,28 $\pm$ 0,00012	2,96 $\pm$ 0,00035	2,78 $\pm$ 0,00034	2,65 $\pm$ 0,00033	3,31 $\pm$ 0,00039	3,68 $\pm$ 0,00042

Хранение грибов при повышенных температурах 4–6 °С приводит к увеличению концентрации МДА в 2–3 раза уже с третьих суток хранения. Поэтому повышенные температуры хранения не рекомендуются, так как рост концентрации МДА представляет угрозу для здоровья человека.

Содержание азотистых веществ в культивируемых грибах в процессе хранения показано на примере шиитаке (таблица 6).

Таблица 6 – Изменение азотистых веществ в шиитаке в процессе хранения при разных температурах, % (на абс. сухое вещество)

Срок хранения, сутки	Температура хранения, °С			
	0 $\pm$ 0,5	2 $\pm$ 0,5	4 $\pm$ 0,5	6 $\pm$ 0,5
Шиитаке				
на начало	13,85 $\pm$ 0,05	13,85 $\pm$ 0,05	13,85 $\pm$ 0,05	13,85 $\pm$ 0,05
3	12,25 $\pm$ 0,07	11,77 $\pm$ 0,05	11,77 $\pm$ 0,06	11,02 $\pm$ 0,06
6	12,23 $\pm$ 0,05	11,71 $\pm$ 0,07	11,63 $\pm$ 0,08	10,54 $\pm$ 0,07
9	11,90 $\pm$ 0,08	10,96 $\pm$ 0,04	11,54 $\pm$ 0,04	10,06 $\pm$ 0,04
12	11,65 $\pm$ 0,06	10,29 $\pm$ 0,07	10,56 $\pm$ 0,04	9,4 $\pm$ 0,07
15	11,42 $\pm$ 0,05	9,59 $\pm$ 0,09	9,21 $\pm$ 0,05	8,8 $\pm$ 0,07

По мере длительности хранения общее содержание азотистых веществ уменьшается. При температуре 6 °С расход веществ идет более интенсивно: на 3-и сутки потери азотистых веществ составляют 2,83 %, на 9-е сутки – 3,79 %. Их потери при температуре 2 °С существенно ниже и составляют 2,08 % и 2,89 % на тех же сроках хранения соответственно.

Изменение фракционного состава белков шиитаке в процессе хранения при температуре $2 \pm 0,5$ °С представлено на рисунке 8.

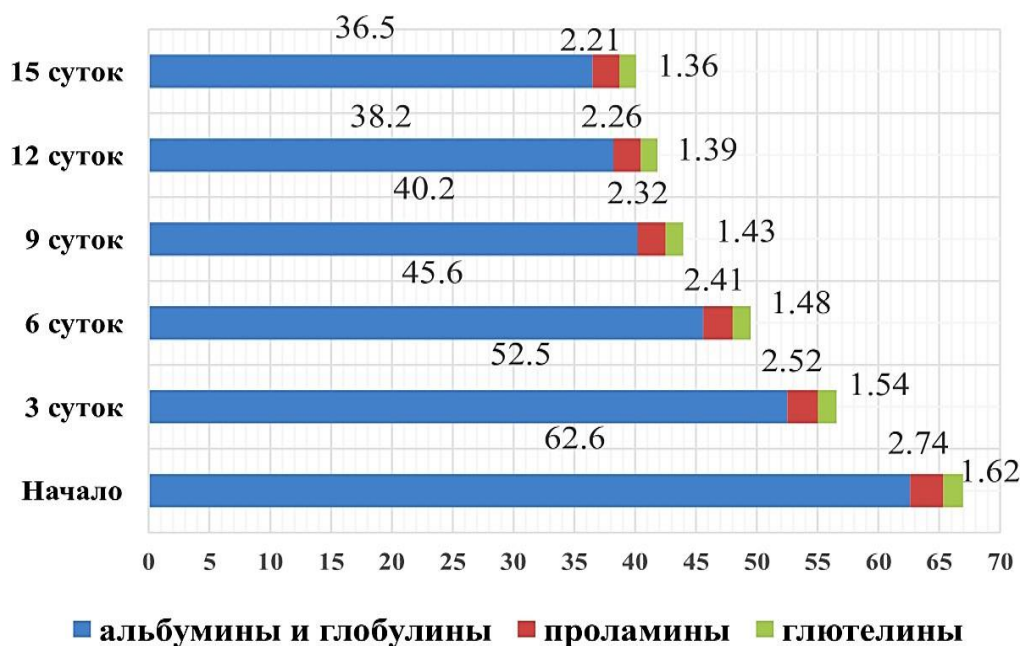


Рисунок 8 – Изменение фракционного состава белков шиитаке в процессе хранения при температуре $2 \pm 0,5$ °С, % (на абс. сухое вещество)

Основная часть белков в грибах шиитаке представлена альбуминами и глобулинами. Как видно из рисунка 8, с увеличением срока хранения содержание альбуминов и глобулинов уменьшается в большей степени, чем проламинов и глютелинов. Наибольшее снижение происходит в первые 3 суток хранения и составляет 10,1 % от общего их количества. Очевидно, это связано с усилением интенсивности дыхания после среза плодовых тел и адаптацией к условиям хранения. На 6-е сутки хранения снижение количественного состава составляет 7,1 %. Далее уменьшение происходит постепенно, но все же значительнее, чем у других фракций, что может свидетельствовать о более высокой чувствительности этих белков к изменениям, происходящим в грибах при хранении.

Динамика содержания незаменимых аминокислот при хранении представлена на примере мейтаке (таблица 7).

Оптимальный состав аминокислот в белке определяет степень его усвоения: организм человека усваивает аминокислоты в соотношении, определяемом дефицитной аминокислотой. Установлено, что наиболее оптимальными для сохранности незаменимых аминокислот являются условия хранения при температуре 0 °С, а наиболее негативным – при температуре 6 °С. Температура 0 °С позволяет сократить расход аминокислот почти в 2 раза по сравнению с хранением при t 6 °С.

Таблица 7 – Сравнительный анализ содержания незаменимых аминокислот мейтаке при хранении в течение 3 суток, % на сухую массу

Аминокислоты	Содержание, % на сухую массу			
	при t 0±0,5	при t 2±0,5	при t 4±0,5	при t 6±0,5
Аргинин (условно)	0,70±0,00007	0,61±0,000058	0,47±0,000039	0,35±0,000029
Валин	3,50±0,0004	2,90±0,00025	2,25±0,0002	1,18±0,00016
Гистидин (условно)	1,60±0,00018	1,15±0,00011	0,82±0,00075	0,24±0,00015
Изолейцин	3,80±0,00044	2,98±0,00025	2,45±0,00021	1,76±0,00015
Лейцин	7,40±0,00065	6,93±0,00061	5,99±0,00054	5,32±0,00048
Лизин	3,20±0,00039	2,77±0,00024	2,03±0,00019	1,98±0,00018
Треонин	4,20±0,00047	3,50±0,00042	3,37±0,00033	3,35±0,00021
Триптофан	0,20±0,000018	0,15±0,000011	0,09±0,00001	0,02±0,00001
Метионин	2,10±0,0002	1,81±0,0007	1,21±0,0004	0,65±0,00052
Итого	26,70±0,002	22,8±0,0019	18,68±0,0017	14,85±0,0013

Важным условием сохранения качества грибов является строгое соблюдение установленных параметров температурно-влажностно-временного режима хранения, что отражено в активности ферментов в плодовых телах (таблица 8).

Таблица 8 – Изменение активности ферментов в плодовых телах шампиньона в процессе хранения при температуре 2±0,5 °С, у.е. экстинкции/(г белка·мин)

Срок хранения, сутки	Аспартат-аминотранс-фераза	Аланинами-нотранс-фераза	Амилаза	Гаммаглю-таминтранс-пептидаза	Лактатдеги-дрогеназа	Щелочная фосфатаза
На начало	287,84±6,83	1178,53±28,08	13,32±0,31	37,02±0,88	130,28±3,16	87,54±2,07
1	303,19±9,72	1078,02±27,87	10,11±0,18	50,54±1,19	251,04±5,79	81,88±1,95
2	323,18±10,91	934,54±26,42	6,33±0,11	49,78±1,17	314,75±7,63	80,15±1,90
3	345,14±9,41	858,34±20,42	4,14±0,12	47,06±1,13	268,77±6,32	78,45±1,83
4	359,23±8,64	873,76±16,04	3,53±0,11	33,23±0,72	286,17±6,79	69,88±1,68
5	375,39±4,81	915,34±16,88	3,91±0,15	27,31±0,71	280,58±6,67	67,98±1,60
6	395,14±6,13	964,8±22,96	4,11±0,12	37,81±0,87	396,92±9,52	56,77±1,39

Ферментативная активность при хранении грибов имеет тенденцию к снижению при понижении температур. При повышении температуры хранения динамика активности исследуемой группы ферментов приобретает непрогнозируемый характер. Активность амилазы в плодовых телах грибов, которая при всех вариантах температур хранения развивается по полиномиальному закону, связана с гидролизом гликогена и необходимостью пополнения запасов глюкозы, расходуемой на дыхание. Внимание уделено ферменту гаммаглютаминтранспептидазе как участнику белкового обмена. Полученные результаты свидетельствуют об общей тенденции этого фермента: его активность зависит от штамма, морфологического и физиологического состояния грибов. В результате эксперимента установлено активное участие лактатдегидрогеназы в обменных процессах молочной кислоты, что ранее в литературных данных не отмечалось.

В результате исследований выявлена невысокая активность ингибиторов пищеварительных ферментов в вешенке (рисунок 9). Ее снижение в период хранения носит постоянный и устойчивый характер для разных вариантов хранения, что способствует лучшему усвоению грибного белка.

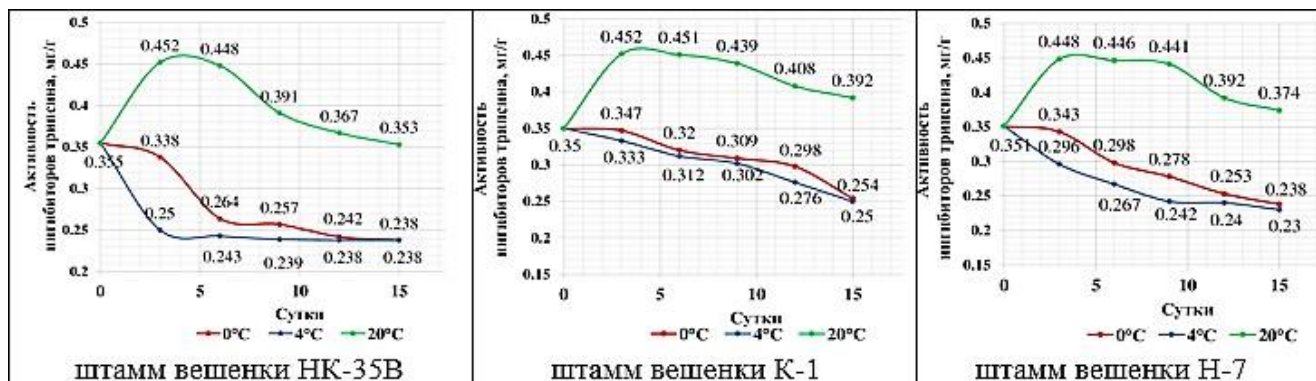


Рисунок 9 – Динамика содержания ингибитора трипсина в грибах вешенки при температурах $0\pm0,5$ °C, $4\pm0,5$ °C, $20\pm0,5$ °C, мг/г

Исследования показали, что при хранении вешенки штамма НК-35В наблюдается тенденция к снижению трипсин-ингибирующей активности (АИТ). На 6-е сутки при температурах хранения $0\pm0,5$ °C и $4\pm0,5$ °C выявлено снижение АИТ по сравнению с исходной активностью в 1,35 и 1,46 раза соответственно. На основании проведенных исследований активности ингибиторов трипсина, наиболее благоприятной температурой хранения является промежуток $0\div4$ °C, поскольку с увеличением температуры хранения активность ингибиторов резко возрастает, что препятствует усвоению белков.

Интенсивность происходящих физиологических процессов, в первую очередь дыхания, связана с действием окислительных ферментов, в частности, каталазы, активность которой изучали на примере опят летних и зимних (рисунок 10).

Функция каталазы состоит в расщеплении и обезвреживании избыточной для организма перекиси водорода, большое количество которой ведет к развитию социально значимых для человека заболеваний.

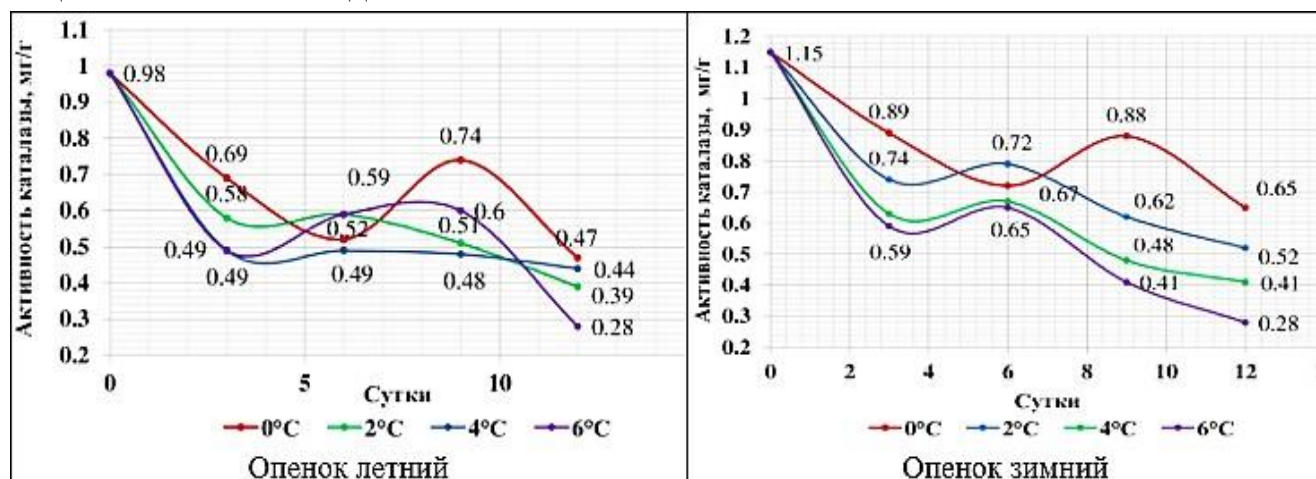


Рисунок 10 – Динамика активности каталазы в опятах при температурах $0\pm0,5$ °C, $2\pm0,5$ °C, $4\pm0,5$ °C, $6\pm0,5$ °C, мг/г

Важный фактор, влияющий на интенсивность дыхания, – состав газовой среды. Установлена зависимость продолжительности хранения от упаковки грибов в полимерные пленки. Чем выше испаряемость, тем хуже сохраняемость грибов и ниже их устойчивость к заболеваниям. В разные периоды хранения интенсивность испарения различна.

В главе пятой «Влияние процесса замораживания на качество и сохраняемость культивируемых грибов» рассмотрены вопросы влияния процесса глубокого замораживания культивируемых грибов на изменения химического состава в зависимости от условий проведения подготовительных операций.

Предподготовка грибов для последующего замораживания включала в себя следующие операции: мойка → бланширование в горячей воде (температура 80–90°C в течение от 3 до 5 минут) → охлаждение в холодной воде → обдув сухим холодным воздухом. После этого предварительно подготовленные грибы помещали в скороморозильный агрегат СТ-3-НТ-2. При этом для мониторинга температуры в одно из плодовых тел замораживаемых грибов помещался спай стандартной хромель-копелевой термопары. Замораживание проводилось до снижения температуры в центре контролируемого плодового тела гриба до минус 20 °С.

На разных этапах предподготовки и процессов замораживания производилась количественная оценка технологических режимов. Отмечено, что бланширование хорошо переносится молодыми и средними по возрасту грибами; они лучше сохраняют качество на 10–15 % на всем этапе 5-ти минутного бланширования. Например, для шиитаке потери составляют от 0,6 до 6 %, а для шампиньонов – от 2,3 до 3,2 %. Важно учитывать, что на эти показатели влияет содержание влаги в свежих грибах. Кроме того, бланширование в течение 5 минут приводит к деформации и размягчению мякоти грибов, что является нежелательным эффектом при последующем замораживании. Сокращение времени бланширования шампиньонов с 5 до 2–3 минут приводит к улучшению качества конечного продукта и снижению потерь массы на 7%. Для молодых и средних грибов, соответственно, убыль массы при 2–3 минутах составляет 17–21 %, а при 5 минутах – 24–28 % (рисунок 11).

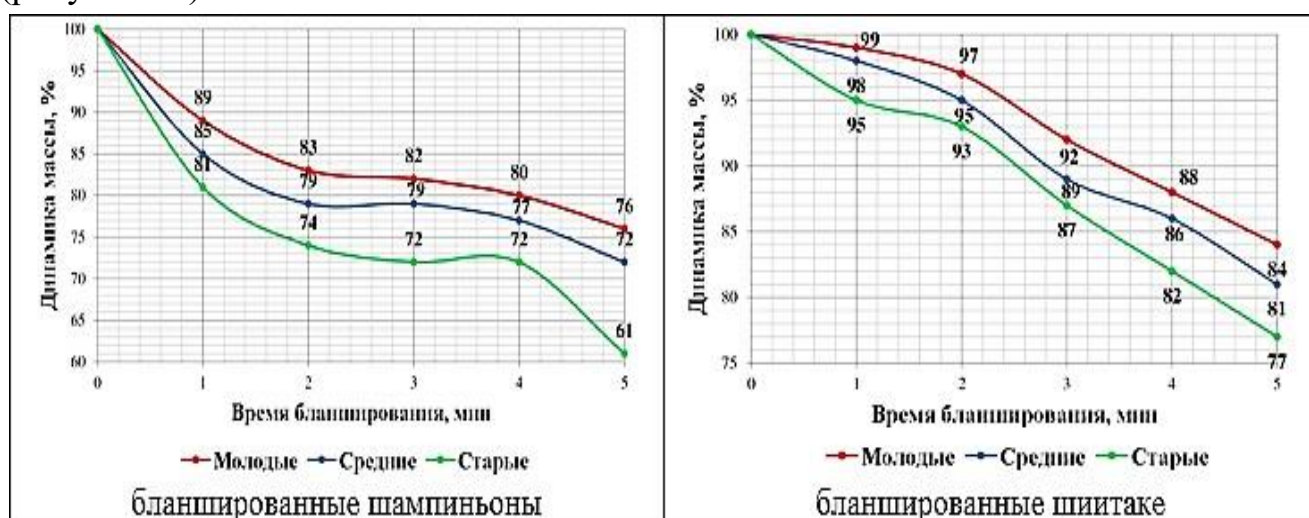


Рисунок 11 – Влияние времени бланширования на динамику изменения массы культивируемых грибов

Динамика изменения массы шиитаке невысока, по сравнению с шампиньонами и кольцевиком прослеживается понижение убыли массы грибов на различных стадиях бланширования на 4–5 % в течение 2–3 минут соответственно. Конечный результат потери массы у шиитаке ниже по сравнению со всеми исследуемыми бланшированными грибами на всем этапе бланширования при разных стадиях зрелости.

Анализ динамики химического состава и содержания водорастворимых витаминов замороженных грибов показал, что витамины устойчивы к замораживанию. Например, потери рибофлавина и ниацина не превышают 0,52 % и 4,51 % соответственно. При этом степень сохранения витаминов в небланшированных замороженных грибах гораздо выше.

Наиболее очевидное изменение наблюдается в содержании воды. У бланшированных грибов оно незначительно выше (90,5–91,4 %) по сравнению с небланшированными (86,4–88,9 %). Это, вероятно, связано с частичной денатурацией белков и разрушением клеточных стенок во время бланширования, что способствует лучшему удержанию влаги. Содержание белков также вариабельно. В бланшированных образцах показатели колеблются от 3,11 % (кольцевик) до 5,94% (мейтаке), тогда как в небланшированных – от 4,36 % (кольцевик) до 6,17% (мейтаке). Примечательно, что небланшированные грибы, как правило, показывают более высокое содержание белков (на 10–20 % выше, чем у бланшированных), что может быть следствием меньших потерь при отсутствии тепловой обработки. Это подчеркивает важность бланширования как потенциального фактора, влияющего на сохранность белковых структур. Изменения в содержании сахаров и гликогена также являются показательными. Небланшированные грибы, в большинстве случаев, аккумулируют больше сахаров (1,01–1,25 %) и гликогена (0,35–0,41 %) по сравнению с бланшированными (0,32–0,49 % сахаров и 0,17–0,29 % гликогена). Это различие может быть связано с процессами ферментации и метаболизма, которые активизируются при воздействии тепла, или же с разрушением сложных углеводов при бланшировании. Содержание клетчатки у небланшированных грибов несколько выше (0,89–1,36 %) по сравнению с бланшированными (0,56–0,75 %), что, вероятно, связано с сохранением целостности клеточных стенок. Аналогичная тенденция прослеживается и в содержании жиров, где небланшированные образцы показывают более высокие значения (0,79–1,36 %) против бланшированных (0,44–0,75 %). Зола, как минеральный компонент, также имеет тенденцию к незначительному увеличению в небланшированных грибах, что может быть следствием более плотной укладки компонентов при отсутствии тепловой обработки.

Установлено влияние температуры и продолжительности хранения с использованием различных видов упаковок на изменения органолептических свойств замороженных культивируемых грибов. Хранение культивируемых грибов осуществляли при температурах минус (18÷20) °С и минус (18÷2) °С при относительной влажности воздуха 85 %. Закладка культивируемых грибов на хранение в морозильную камеру проводилась согласно постановке исследования, где вариантами опыта были: шампиньоны бланшированные и небланшированные мо-

лодого и среднего возраста; шиитаке небланшированные; мейтаке резанные небланшированные; кольцевик бланшированный – молодого и среднего возраста; опята небланшированные – молодого и среднего возраста.

Опытные партии замороженных культивируемых грибов хранили в упаковках и без упаковки: без упаковки – навалом в решетчатых пластиковых контейнерах; в картонных гофрокоробках (ГФК); в картонных гофрокоробках, где грибы сначала упаковывали в полиэтилен (ПЭ+ГФК), промышленная фасовка по 10 кг, герметизация упаковки не проводилась; культивируемые грибы, расфасованные в полиэтиленовые пакеты по 0,3 кг, герметично упаковывали в фольгу и помещали в картонную гофрокоробку (ПЭ+фольга+ГФК).

В результате отмечено, что в грибах, герметично упакованных в ПЭ+фольга+ГФК, изменения массы во время хранения отсутствуют в течение 24 месяцев. В грибах, упакованных в ПЭ+ГФК, изменения массы отсутствуют в течение первых 18 месяцев, а начиная с 18-го месяца хранения происходят незначительные изменения массы (1,7–2,2 %), и уже с 20-го месяца хранения наблюдается слабое снегообразование внутри пакета. Хранение в течение 6 месяцев грибов, упакованных в ГФК, приводит к уменьшению массы нетто на 10 %, а в последующий период хранения (18 месяцев) – на 20 %. Хранение неупакованной продукции даже в течение двух месяцев вызывает значительные изменения массы и, как следствие, качества продукции: изменение внешнего вида и консистенции.

Исследование замораживания небланшированных целых шиитаке и резанных мейтаке показало особенно значительные потери исходной массы нарезанных грибов – до 80 %, которые были заложены на длительное хранение без упаковки (рисунок 12).

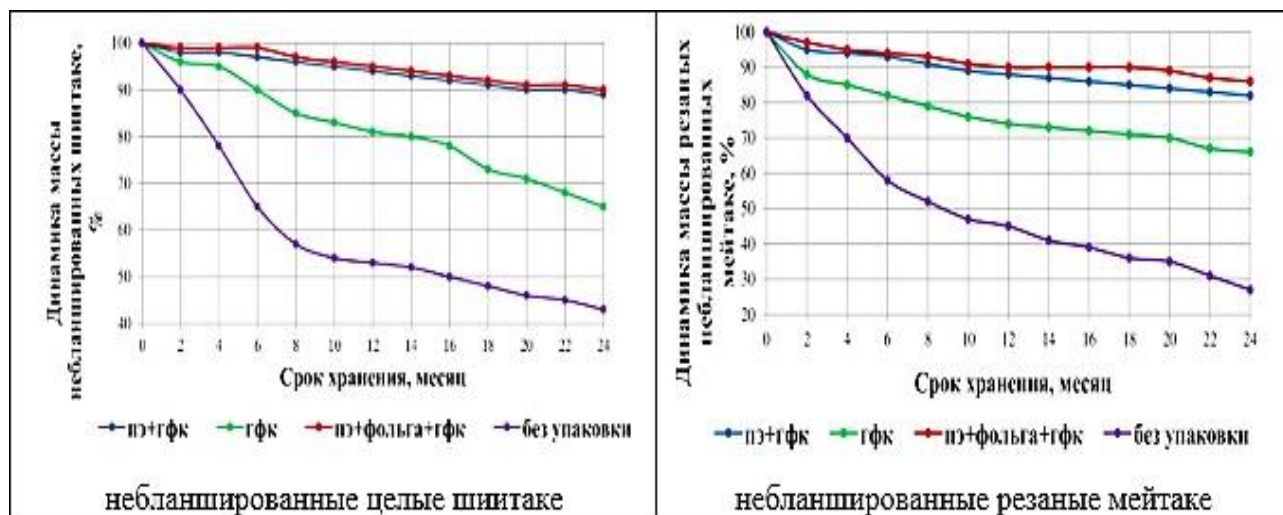


Рисунок 12 – Динамика массы замороженных грибов

У шиитаке, упакованных в пленку из ПЭ+фольга и в ПЭ+ГФК, потери массы начинаются только с 6-го месяца хранения с последующим плавным снижением массы до 10 % к 24-му месяцу. В гофрокартоне потери массы заметны с 4-го месяца хранения и составляют 10 % к 6-му месяцу, затем заметно снижаются и уже к концу хранения составляют 35 %. Потери массы на 35 % у шиитаке без упаковки достигаются уже на 6-м месяце хранения.

На основании полученных результатов установлена функциональная зависимость длительности хранения замороженных культивируемых грибов от вида упаковки. Визуализировано на примере грибов шампиньонов по показателю влагоудерживающей способности (рисунок 13).

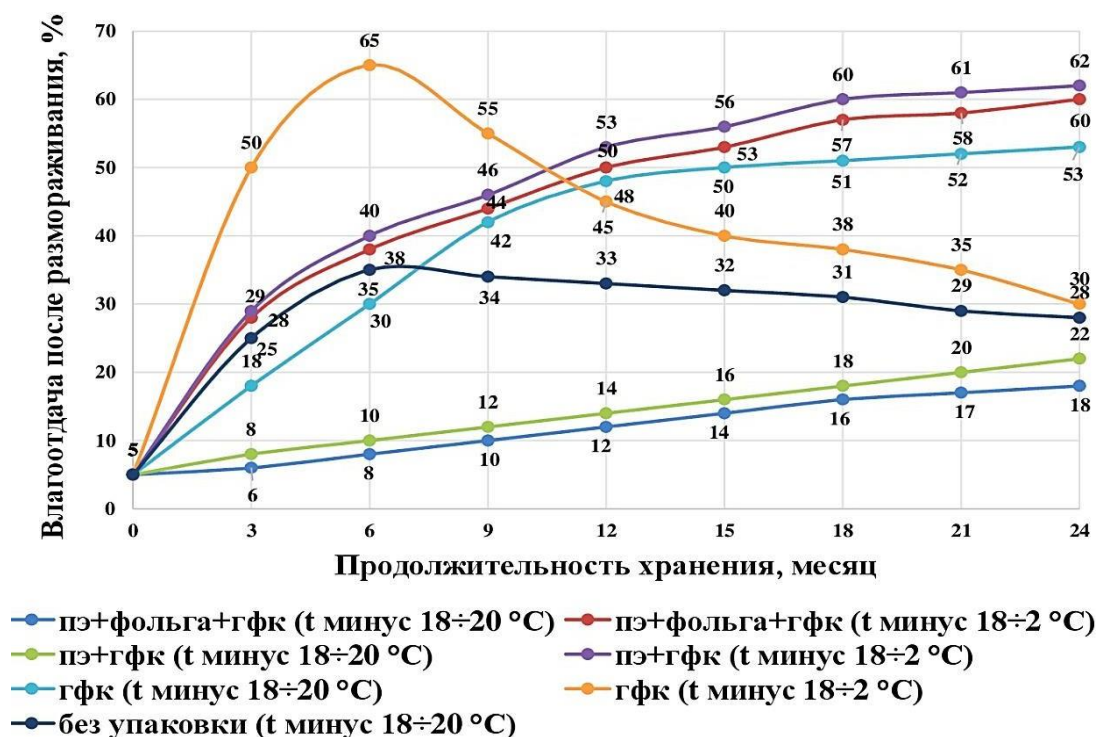


Рисунок 13– График функциональной зависимости продолжительности хранения замороженных шампиньонов на влагоудерживающую способность

Полученные данные свидетельствуют о том, что оптимальной влагоудерживающей способностью обладают грибы, хранящиеся при температуре минус (18÷20) °C в упаковке ПЭ+фольга+ГФК.

Вследствие сложной геополитической обстановки в Донецкой Народной Республике наблюдаются перебои с надежным электроснабжением промышленных объектов. Для компаний, специализирующихся не только на замораживании, но и на хранении переработанных продуктов, приоритетной задачей является поддержание сохранности замороженных грибов при продолжительном хранении в холодильных камерах. Экспериментальным путем был выявлен допустимый интервал времени для хранения замороженных грибов при перебоях в электроснабжении, в течение которого можно безопасно хранить замороженные грибы при отключении электричества. Установлено, что оптимальный температурный диапазон от минус 18 °C до минус 2 °C, наиболее точно соответствует фактическим условиям поддержания отрицательных температур в торговом холодильном оборудовании.

Худшая сохраняемость грибов наблюдалась при упаковке в картон: в первые 6 месяцев хранения влаготдача после размораживания достигала 65 %. Скорость данного процесса повышается при увеличении температуры хранения и при ее перепадах.

Проведена оценка замороженных грибов по описательной балльной шкале органолептических показателей качества. Динамика комплексного показателя органолептических свойств на примере грибов шиитаке представлена на рисунке 14.

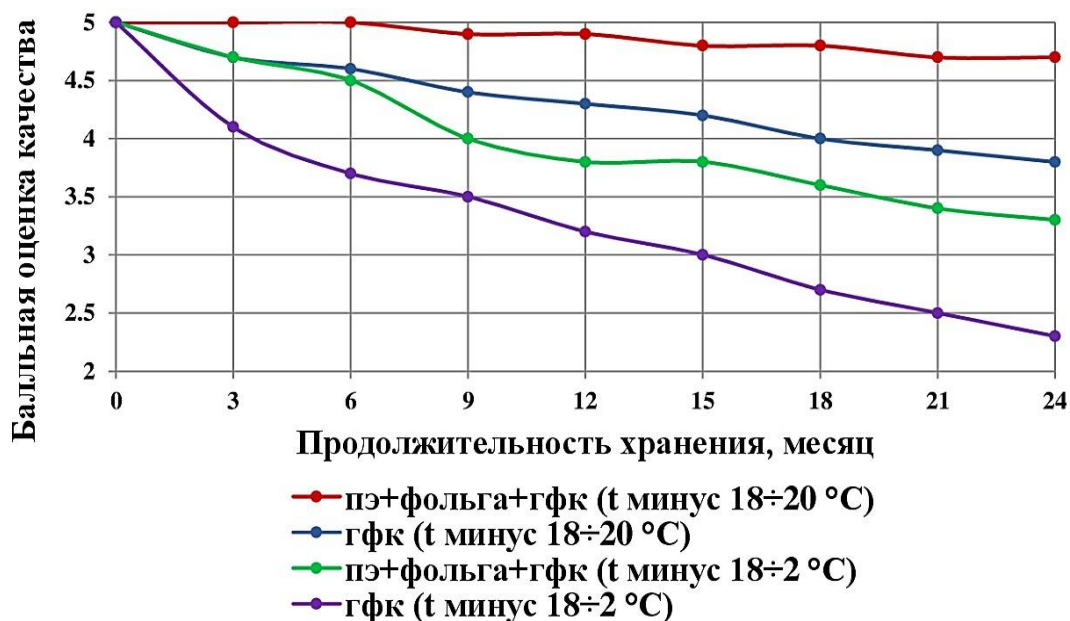


Рисунок 14 – Изменение динамики комплексного органолептического показателя шиитаке при хранении

Резкие колебания температуры от минус (18÷2) °С, а также повторное размораживание и замораживание, приводят к ускорению ухудшения качества грибов, особенно при хранении в ГФК. Уже в первые месяцы выявлено значительное смерзание плодовых тел, а к 6-му месяцу небланшированные грибы заметно темнеют. При этих же перепадах температуры, но в комбинированной упаковке, грибы имеют лучшее качество и более высокие балльные оценки комплексного показателя и составляют 3,6 и 4,5 балла соответственно.

Исследованиями качества замораживания и длительности хранения культивируемой вешенки установлено, что антифризные свойства вызывают лавинообразную потерю массы при хранении. Анализ деформационных характеристик тканей грибов после размораживания выявил значительное ухудшение структуры замороженной вешенки в процессе хранения. Параметры упаковки, имеют значение только на начальных периодах хранения замороженного сырья. Впоследствии значение вида упаковки для сохранности замороженной вешенки полностью нивелируется. Поэтому для вешенки, содержащей в своем составе белки-антифризы, длительное хранение не рекомендовано. Однако, криопротекторные свойства, присущие белкам-антифризам культивируемых грибов, в большей или меньшей степени, можно использовать для хранения замороженной пищевой продукции различных видов и направлений, что, несомненно, имеет перспективы дальнейшей разработки.

Разработана математическая модель протекающих процессов при замораживании и дальнейшем хранении замороженной грибной продукции, являющаяся этапом технологического процесса сублимационной сушки.

В шестой главе «**Влияние параметров сушки и условий хранения на формирование качества сушеных культивируемых грибов**» отражены вопросы влияния параметров сушки на формирование качества, изменения углеводного и белкового комплексов, определения степени влияния режимов сушки на вкус и аромат, а также особенности сформированного качества грибных концентратов сублимационной сушки при длительном хранении.

При изучении влияния параметров сушки на формирование качества культивируемых грибов использовали теневую и тепловую сушку. Процесс высушивания проводили при различных температурно-влажностных режимах: теневая сушка – при 20÷25 °С, тепловая – при 50 °С, 75 °С и 100 °С. Для проведения исследований образцы грибов подвергались предварительной подготовке: мойка → обдувка воздухом → резка.

После сушки была проведена органолептическая оценка высушенных культивируемых грибов по разработанным описательным балльным шкалам в зависимости от способа сушки. По внешнему виду грибы после теневой сушки получили от 2,78 до 3,02 балла.

Грибы при тепловой сушке имеют наивысшие оценки: в среднем от 4,75 до 4,95 балла при сушке 50 °С; от 4,02 до 4,22 балла при сушке 75 °С. Наихудшие показатели внешнего вида имеют образцы, высушенные при 100 °С – от 3,12 до 3,35 балла. Окраска грибов, высушенных теневым способом, мало отличается по видовому ассортименту и имеет достаточно высокие балльные оценки. Особенно чувствительны к воздействию температуры вешенка, опенок летний и опенок зимний, хотя характер изменения цветности различен.

При тепловой сушке наилучшие результаты по показателю консистенции достигались при режимах 50 °С и 75 °С и составили от 3,84 до 4,90 баллов соответственно. Важным компонентом грибов является их вкус и аромат, на которые значительное влияние оказывает процесс сушки (как теневой, так и тепловой). При этом худшими свойствами обладают грибы, высушенные при 100 °С, вследствие протекания в них процесса карамелизации.

Из режимов тепловой сушки наибольшие изменения белковых веществ происходят при температуре 50 °С, но и эти потери почти в 2 раза ниже, чем при теневой сушке. При поддержании температуры в 50 °С во время сушки грибов создаются оптимальные условия для распада белков под воздействием ферментов, особенно вначале, когда из-за высокой влажности внутренняя температура грибов колеблется в районе 35÷38 °С. Интенсивное движение воздуха способствует быстрому удалению влаги, что замедляет гидролиз белков по сравнению с сушкой в тени.

Опытным путем подтверждено, что сушка грибов при 50±3 °С создает оптимальную среду для ферментативного расщепления белков, но из-за стремительного уменьшения влажности грибов данный процесс существенно замедляется.

Учитывая довольно значительное количество общего, белкового и аминного азота в свежих грибах и их изменения во время сушки, исследовано влияние сушки на их количественные изменения (рисунки 15).

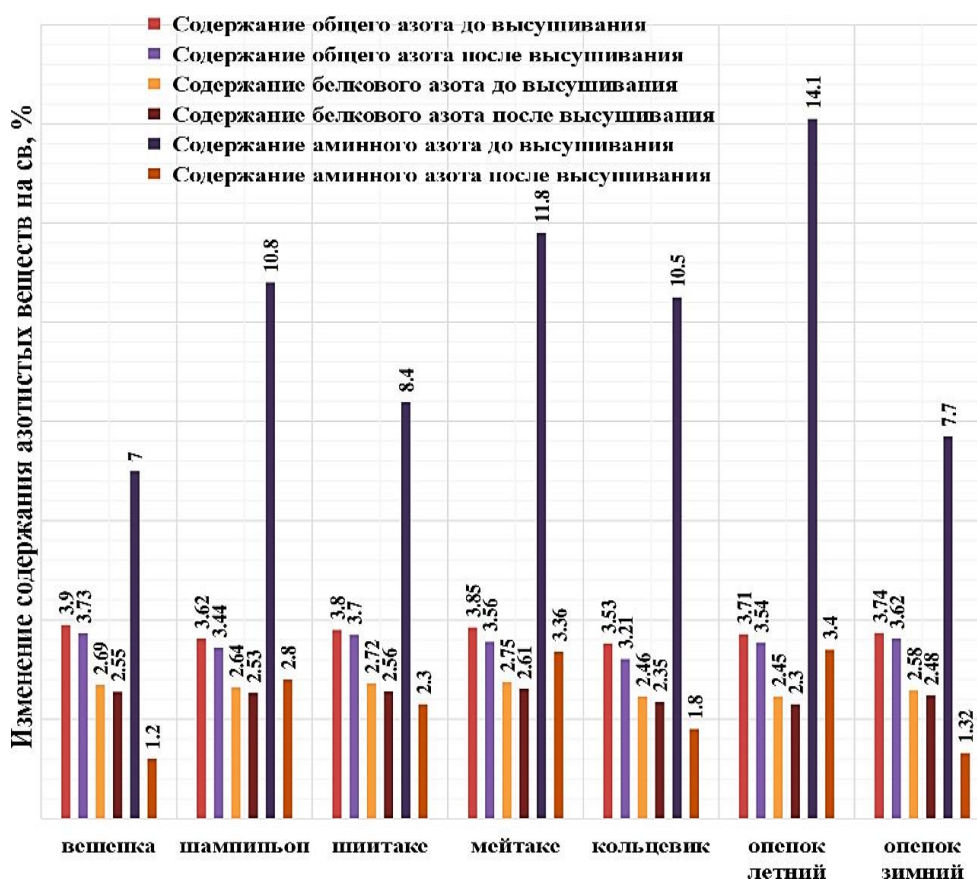


Рисунок 15 – Динамика содержания азотистых веществ в культивируемых грибах в процессе сушки

Наиболее существенное уменьшение наблюдается в показателях аминного азота. Отмечено падение его содержания в вешенке на 10,2 %, в шампиньонах – на 10,7 %, в шиитаке – на 10,5 % и в мейтаке – на 10,7 %. Это явление обусловлено, главным образом, использованием низкомолекулярных азотистых соединений в процессе образования меланоидинов. Кроме того, воздействие оказывает присутствие активной полифенолоксидазы, которая ускоряет окисление полифенолов, что, в свою очередь, вызывает потемнение грибов.

Отмечается повышение растворимости белковых веществ. Учитывая значительное содержание белка и аминного азота в свежей продукции, а также их трансформации при дегидратации, актуально исследование воздействия сушки на количественные сдвиги в аминокислотном профиле. Анализ выявил незначительные трансформации аминокислотного профиля грибов в процессе дегидратации. В частности, в вешенках концентрация аминокислот меняется на 5,8%, а в шампиньонах – на 8,0 %.

Из режимов тепловой сушки наибольшее влияние на изменение количества сахаров оказывают температуры 50 °C и 75 °C; наименьшие потери происходят при 100 °C. Исследование изменения концентрации определенных сахаров выявило, что при сушке в тени уровни лактозы и фруктозы снижаются вчетверо по сравнению с исходными грибами. При использовании тепловой сушки их концентрация сохраняется в большей степени. Уровень глюкозы остается практически

неизменным вне зависимости от применяемого метода сушки. Сушка не вызывает резкого уменьшения трегалозы в грибах, особенно при температуре 100 °С; при 50 °С и теневой сушке потеря трегалозы достигает 31 % по сравнению со свежими грибами. В процессе термической обработки происходят изменения углеводного комплекса: уменьшается количество гликогена и редуцирующих сахаров, а количество декстринов увеличивается.

При исследовании клетчатки установлено, что свежая вешенка содержит клетчатку на 52 % больше, чем шампиньоны. Летний опенок, хоть и ненамного, но уступает зимнему опенку по содержанию пищевых волокон. В мейтаке клетчатки больше, чем в шиитаке. В сушеном виде количественные показатели клетчатки увеличиваются во всех видах исследуемых культивируемых грибов.

Предложена оптимизация аппаратурной схемы сублимационной сушки грибов путем одномоментного введения на линию резательной машины и мельницы. Это позволяет производить как цельную и резаную грибную продукцию, так и получать мелкодисперсные грибные порошки для их дальнейшего использования в рецептуре грибных смесей (рисунок 16).

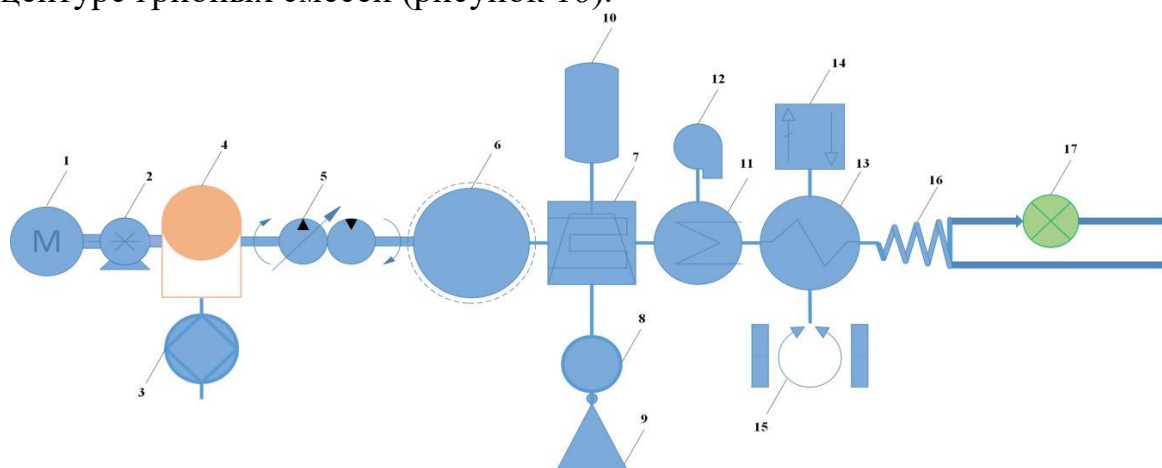


Рисунок 16 – Оптимизированная аппаратурная схема процесса сублимационной сушки культивируемых грибов

- 1 – электродвигатель; 2 – редуктор двуступенчатый цилиндрический; 3 – насос вакуумный;
4 – резательная машина; 5 – редуктор сортировочного барабана конусный; 6 – сортировочный барабан; 7 – десублиматор; 8 – карусельный конвейер подачи льда; 9 – льдогенератор;
10 – емкость для плавления льда; 11 – термостат; 12 – насос подачи сушительного агента;
13 – сушильная емкость; 14 – устройство СВЧ; 15 – устройство УЗИ;
16 – шнековый конвейер выгрузки; 17 – мельница

Оценка органолептических показателей исследуемых видов сушеных грибов после сублимационной сушки показала, что выход стандартной продукции выше по сравнению с теневой и тепловой сушками. Наилучшее качество сублимированного конечного продукта, как в виде кусочков, так и в виде порошка, по всем органолептическим показателям присуще грибам шиитаке и мейтаке. Для дальнейшего исследования длительности хранения были заложены следующие материалы: сублимированные порошки шиитаке и мейтаке, а также цельное плодовое тело шампиньона коричневой расы. Физико-химические показатели материалов исследованы до и после сублимационной сушки (таблица 9).

Таблица 9 – Изменение физико-химических показателей качества исследуемых культивируемых грибов

Продукт	Показатели до сушки						
	Влажность, %	на сухую массу				Оптическая плотность (цвет)	
		мг/100г		%/100г			
		полисахариды (концентрация бетаглюканов)	белки	аспарагин	треонин		
Шампиньон	88,1±0,43	28±0,054	32±0,043	2,692±0,011	2,105±0,013	0,389±0,005	
Шиитаке	76,4±0,41	76±0,037	17±0,024	1,412±0,012	5,842±0,006	0,175±0,004	
Мейтаке	73,8±0,40	55±0,047	27±0,033	1,694±0,009	4,199±0,014	0,173±0,004	
Продукт	Показатели после сушки						
	Влажность, %	на сухую массу				Оптическая плотность (цвет)	Сумма арома- тических ве- ществ (% к исходному)
		мг/100г		%/100г			
		поли сахариды	белки	аспарагин	треонин		
Шампиньон	3,5±0,04	21±0,28	31±0,29	2,387±0,04	1,926±0,07	0,412±0,007	88,1±0,43
Шиитаке	4,3±0,06	74±0,39	16±0,21	1,280±0,02	5,632±0,06	0,201±0,036	99,5±0,55
Мейтаке	4,1±0,05	54±0,35	22±0,22	1,491±0,03	4,051±0,05	0,199±0,021	98,4±0,54

По результатам изменения содержания влажности грибов до и после сублимационной сушки можно сделать вывод, что степень испарения влаги зависит от разновидности гриба. Наибольшая отдача влаги от исходного содержания прослеживается у шампиньона. При сушке плодового тела шампиньона потери полисахаридов (бета-глюканов) составили 25 %. Данный показатель для порошков шиитаке и мейтаке составляет 2,6 % и 1,8 % соответственно. Процесс сублимации снизил содержание белков на 3,12 % у шампиньона, на 5,8 % у шиитаке и на 18,5 % у мейтаке. Динамика аспарагина показала снижение на 11,3 % у шампиньона, на 9,3 % у шиитаке и на 11,9 % у мейтаке. Потери треонина составили 8,5 % для шампиньона, 3,59 % для шиитаке и 3,52 % для мейтаке.

Изменение оптической плотности, характеризующее цвет продукта, выше у порошков, чем у цельного плодового тела. Наблюдается снижение суммы ароматических веществ, так как изменения у компонентов, неустойчивых к воздействию кислорода, более очевидны. Рассматриваемый показатель содержания ароматических веществ наиболее снизился у шампиньона – на 12,9 %.

Значительное влияние на сохраняемость качества оказывают условия хранения, окружающая среда и применяемая упаковка. В экспериментах использовались стеклянные емкости и пакеты из многослойных полимерных материалов на основе алюминиевой фольги. Продукты хранились в различной среде внутри тары: воздух, азот, вакуум. Образцы хранились при температуре: плюс 20 °С, плюс 5 °С, минус 18 °С. Во всех образцах при хранении в течение 2 лет стабильно сохраняется содержание влаги, азота, полисахаридов, незаменимых аминокислот. Наблюдалось изменение в сторону увеличения ароматических веществ в процессе хранения (рисунок 17).

Условия хранения оказали большее влияние на образцы, упакованные в стеклянные емкости: в образцах, хранившихся при всех температурных режимах,

прослеживается увеличение суммы веществ аромата в 1,5 раза до 12 месяцев хранения. Образцы, хранившиеся в полимерных пакетах, показали уменьшение к 12 месяцам хранения почти в 7 раз по сравнению с исходным значением. Органолептическая оценка порошков лечебных грибов была близкой к исходной, поскольку при возрастании суммы веществ аромата не наблюдалось усиления аромата. Рост суммы ароматических веществ продолжался в течение 12 месяцев в образцах, хранившихся в стеклянных емкостях. В течение первых 6 и 12 месяцев хранения наблюдалось увеличение их суммы. Общее количество ароматических веществ в продуктах, хранившихся в полимерных пакетах, уменьшилось почти в 7 раз к 12-му месяцу хранения. Эта тенденция наблюдалась при всех исследованных температурах хранения.

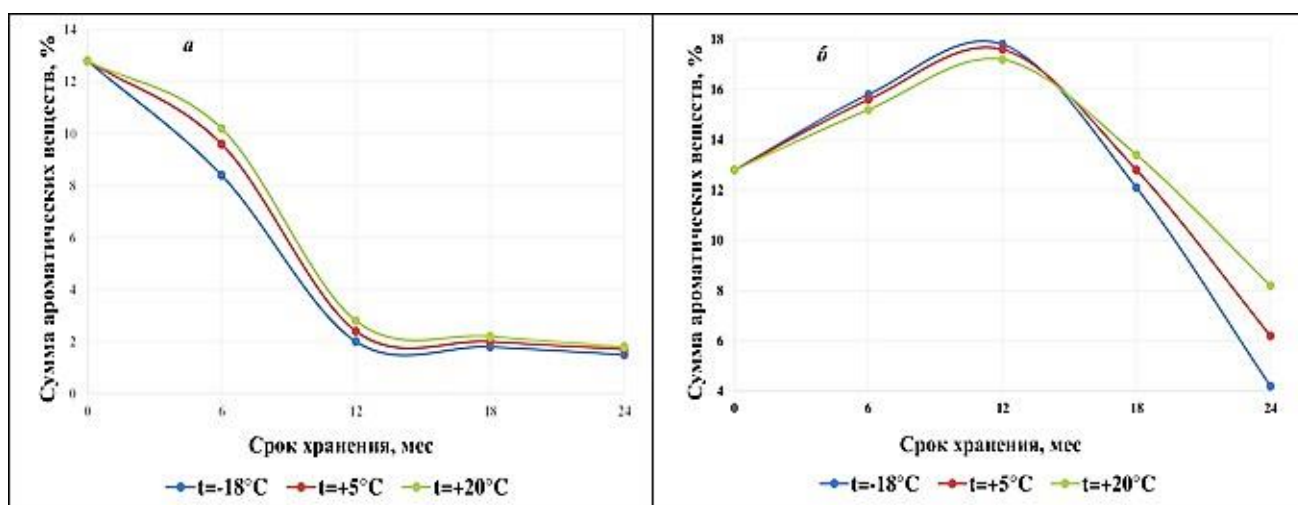


Рисунок 17 – Динамика изменения суммы ароматических веществ сублимированного порошка шиитаке: *а* – хранение в полимерной пленке; *б* – хранение в стеклянной емкости

Сохраняемость характерного аромата в обезвоженных продуктах зависит от наличия в грибах естественного стабилизатора – витамина С. Наименьшие потери витамина С в целом плодовом теле сублимированных шампиньонов наблюдались при хранении образцов в атмосфере азота при всех температурных режимах. Наихудшие результаты показали образцы, хранившиеся при температурах минус 18 °С и плюс 5 °С в вакууме; возможно, это следствие высокой прессованности цельного плодового тела шампиньона. В среде воздуха образец шампиньона, хранившийся при температуре плюс 20 °С, показал наибольшие потери витамина С в процессе хранения. Наихудшие результаты сохранности витамина С наблюдались при хранении опытных образцов шиитаке в среде воздуха. В порошках, хранившихся в среде воздуха, по сравнению с образцами, хранившимися в вакууме, содержание витамина С снизилось при температурах плюс 5 °С и плюс 20 °С на 22 %, а при температуре минус 18 °С – на 16 %.

Результаты изучения влияния параметров сушки и условий хранения на формирование качества сушеных культивируемых грибов показали эффективность и целесообразность использования тепловой сушки для длительного хранения опытных образцов грибов с максимальным сохранением их качества и потре-

бительских свойств. Сублимационная сушка рекомендована для лечебных грибов в виде порошка, поскольку она наиболее полно сохраняет их химические, биологические и лечебные свойства.

Определены взаимосвязи температуры и относительной массы плодовых тел со временем сушки. Сгенерированы математические модели процессов тепловой и сублимационной сушки грибного материала. Данные модели положены в основу автоматизированной системы управления сушкой.

Глава седьмая «**Разработка рецептур грибных порошков на основе культивируемых грибов**» посвящена определению востребованности и возможности использования сушеных грибов в порошкообразном состоянии. Построены математические модели для определения предпочтительных весовых показателей разрабатываемых рецептур грибных композиций. Подобраны 3 наилучших сочетания грибных композиций в соответствии с определением оптимальных соотношений компонентов на основе решения полученных математических систем уравнений (рисунок 18).

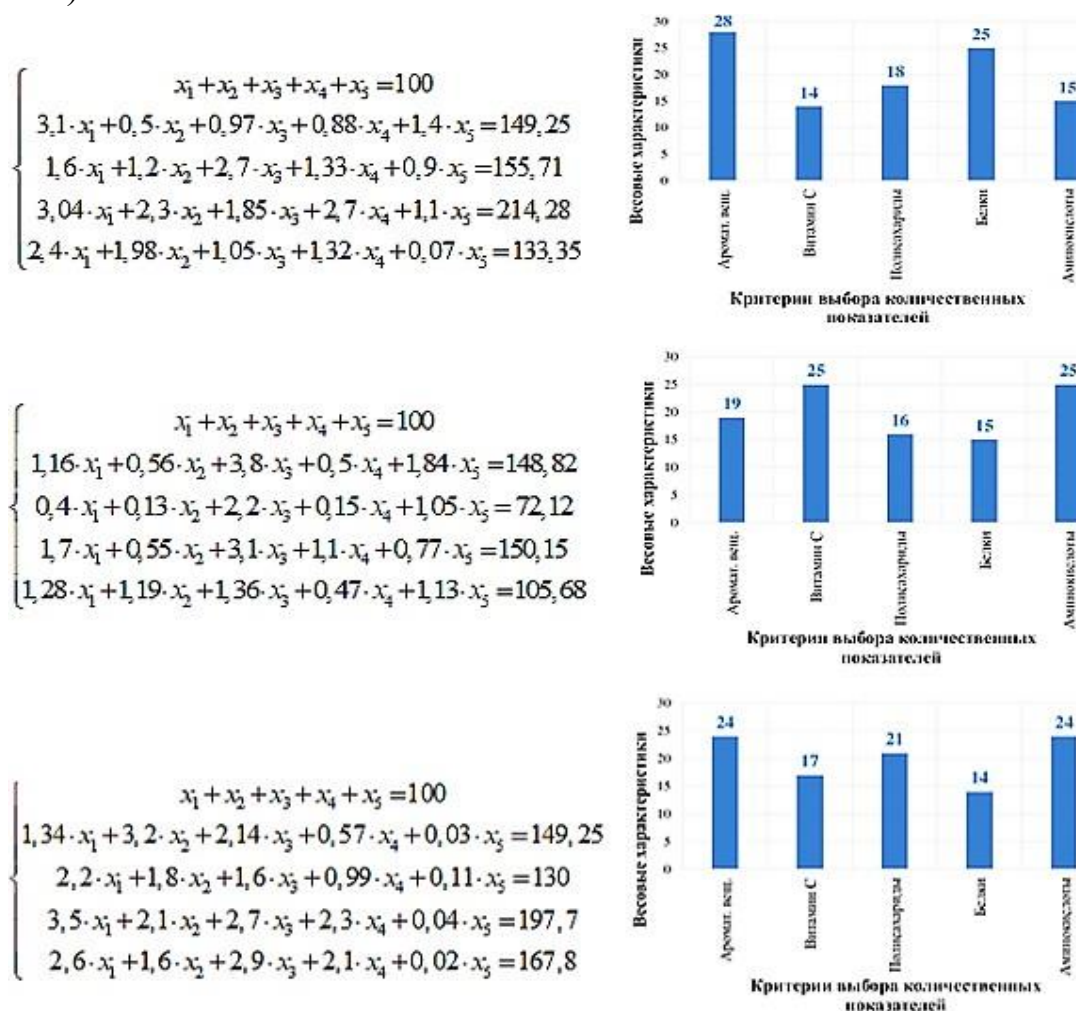


Рисунок 18 – Математические модели для определения предпочтительных весовых показателей разрабатываемых рецептур грибных композиций

Полученные порошки хранили в стеклянных банках. Для оценки грибных композиций и соусов были разработаны балльные шкалы. Оценивались сенсорные характеристики соусов, произведенных на основе разработанных рецептур

грибных порошков. В процессе работы было создано пять различных образцов соусов на основе грибных композиций: 80 % вешенки и 20 % шиитаке; 70% шампиньона и 30 % шиитаке; вешенка, шампиньона и шиитаке в равном соотношении; 100 % порошка шиитаке; 100 % порошка мейтаке.

Разработаны комплексные описательные балльные шкалы оценки органолептических показателей качества грибных композиций (и моно-порошков) и соусов, содержащих грибные композиции (и моно-порошки), для дальнейшего применения в дегустационной оценке. Выявлено, что все протестированные образцы соусов с введенными разработанными композициями и грибными моно-порошками характеризуются насыщенным грибным запахом и вкусом, а также оставляют после себя приятное послевкусие.

В главе восьмой «Основные направления эффективности развития индустрии грибоводства и потребительского рынка культивируемых грибов» представлены материалы разработанного информационного обеспечения товароведно-технологического процесса хранения и переработки культивируемых грибов.

На рисунке 19 представлена схема проведения расчетов согласно математической модели, положенной в основу программного продукта «Автоматизированная система управления сублимационной сушкой».

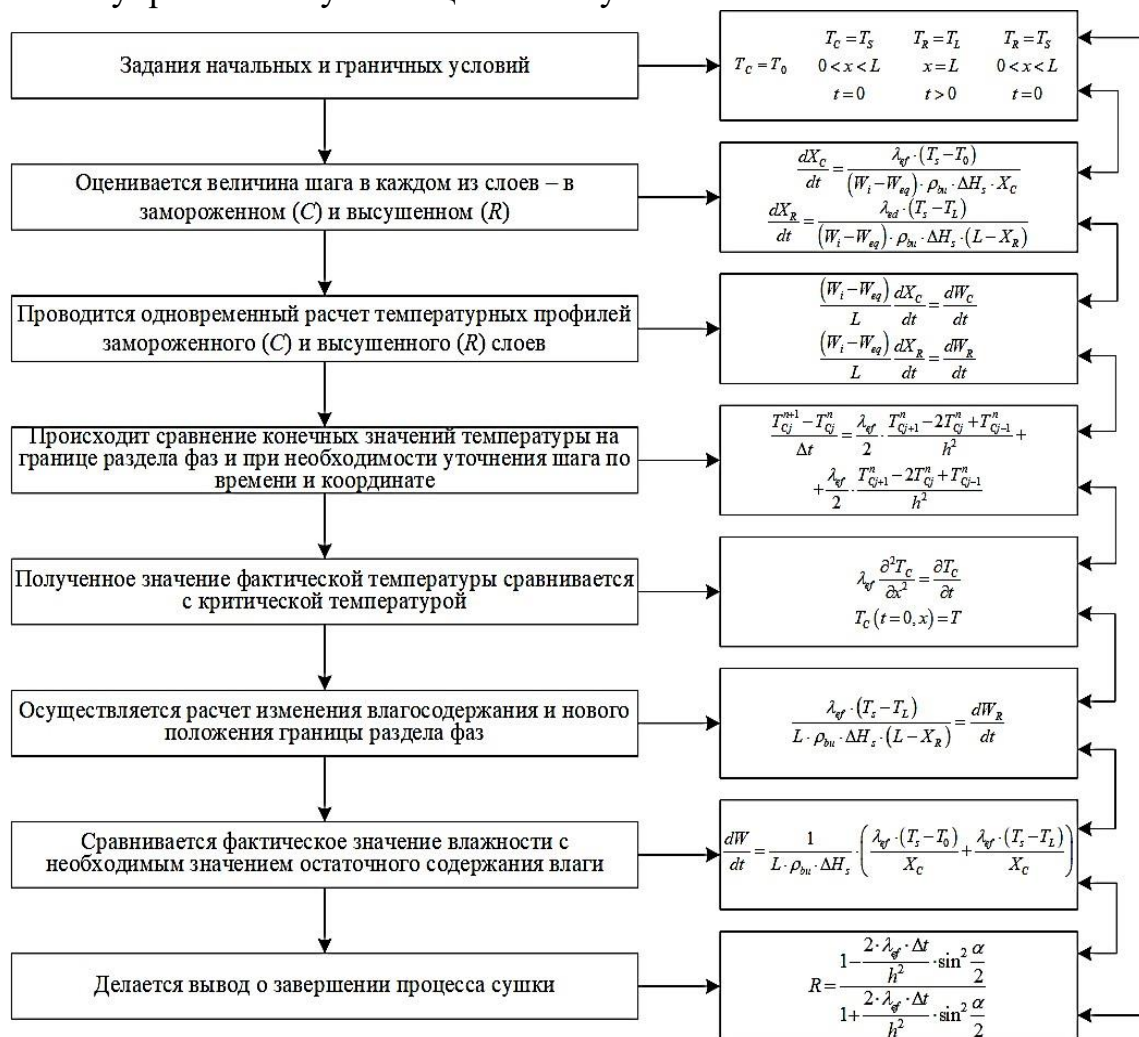


Рисунок 19 – Схема проведения расчетов согласно математической модели

В целях ведения оперативного учета автоматизация торговли предлагается компьютеризированный метод учета культивируемых грибов, поступающих для дальнейшей переработки путем сублимационной сушки и дальнейшей продажи. Специальное программное обеспечение позволяет:

- оценить качество поступившей партии грибов согласно органолептической шкале (для каждого типа грибов – отдельная шкала);
- опираясь на высчитанное (расчет проводится автоматически) числовое значение органолептики, получить рекомендации для дальнейшей переработки, хранения грибов по типам и штаммам;
- при решении о применении сублимационной сушки для последующей обработки, надлежит установить наиболее подходящие условия для проведения данного процесса. Это предполагает автоматизированное определение типа сублимационной сушки, будь то изотермический режим, неизотермический режим или термальный изотермический режим;
- автоматически рассчитать температурные профили и изменение содержания влаги в материале;
- установить временные границы процесса сублимации для каждого вида исходного объекта;
- автоматически расширять базу данных проведенных ранее технологических процессов сублимации;
- осуществлять оперативное прогнозирование.

Алгоритм программы информационной системы представлен на рисунке 20.

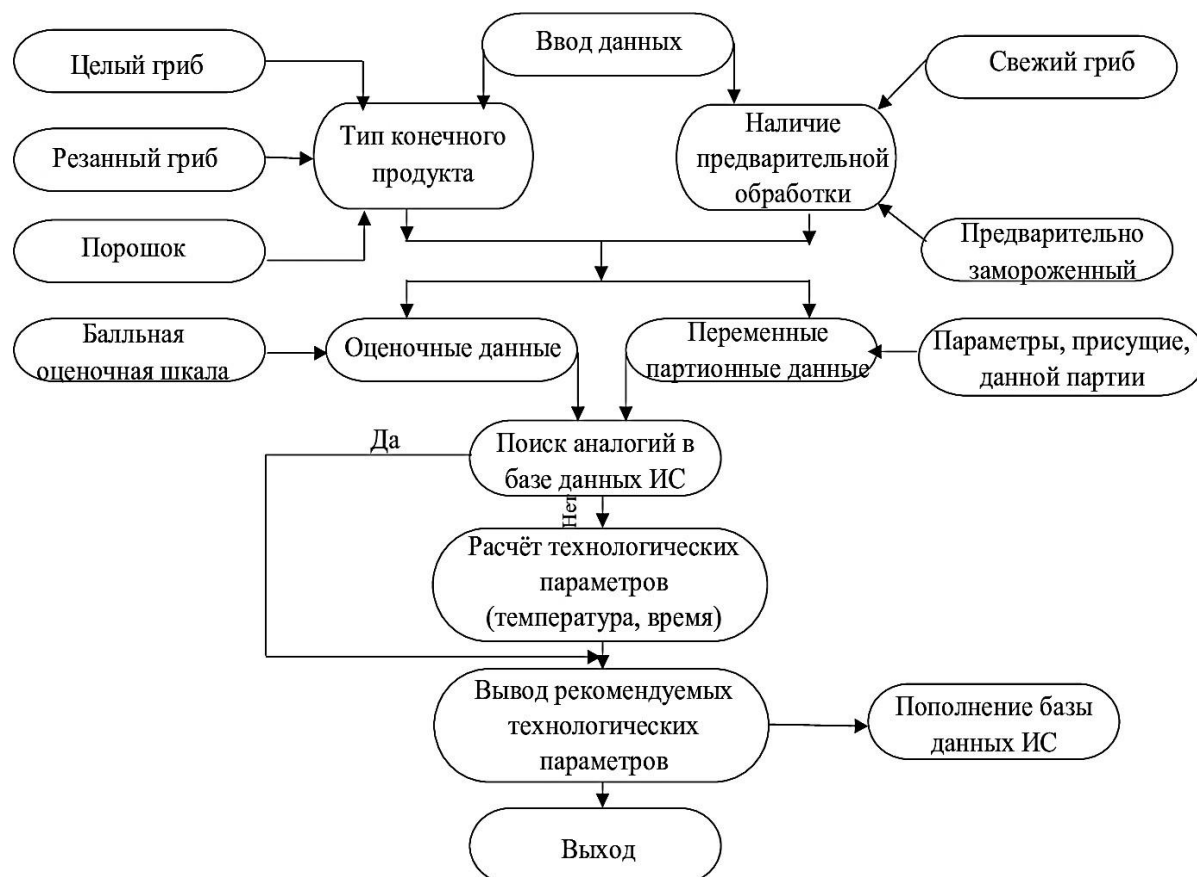


Рисунок 20 – Алгоритм функционирования информационной системы

Результатом научно обоснованного широкого диапазона методических подходов и научного характера выбранной методологии исследования явилось разнообразие полученных видов эффекта от производства и использования инновационных продуктов грибоводства: экономический, научно-технический, ресурсный, социальный, экологический.

Доказано, что наивысший уровень рентабельности присущ сублимированным продуктам – свыше 100 %, и композиционным грибным полуфабрикатам – 98,0 %. По остальным инновационным продуктам рентабельность может быть повышена на 10,0–24,0 %.

Технико-экономическими исследованиями установлен экономический эффект от внедрения технологии сублимационной сушки культивируемых грибов в производство, составляющий 3,436 млн руб. при годовой производительности предприятия 275,0 т сублимированной вешенки и 275,0 т сублимированных мейтаке. Ожидаемая выручка от реализации указанных объемов составит 18587 тыс. руб. для вешенки и 24700 тыс. руб. для мейтаке. Рентабельность сублимированной продукции составила 25,83 % для вешенки и 27,46 % для мейтаке. Срок окупаемости технологии при производстве сублимированных грибов составит 3 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результат диссертационной работы – решение важной научно-технической проблемы, заключающейся в разработке и реализации научных подходов к формированию качества и обеспечению эффективной технологической переработки и сохранности культивируемых грибов путем управления комплексом товароведно-технологических формирующих и сохраняющих факторов.

Основные научные и практические результаты работы:

1. На основании всестороннего анализа литературных данных теоретически установлен товароведный эмпирический базис для определения качества и сохранности культивируемых грибов. Показано, что изменение товарного качества культивируемых грибов в процессе хранения изучено в недостаточной степени, а исследование потребительских свойств наименее распространенных видов культивируемых грибов, обладающих высокими пищевыми, лечебно-профилактическими и иммуномодулирующими свойствами, либо проводилось в ограниченном объеме, либо отсутствовало. Установлено, что нормативная документация по хранению свежих и переработке путем замораживания и сушки отдельных видов культивируемых грибов недостаточна, а для некоторых исследуемых грибов отсутствует. Изученный вопрос позволил обосновать параметры созданной системы балльной оценки и сформировать направление выбора балльной оценки для исследования алгоритма и последовательности комплексного товароведного подхода к многоуровневой переработке культивируемых грибов.

2. Исследование рынка культивируемых грибов показало, что наибольшей популярностью на мировом рынке пользуются шампиньоны (37 %) и вешенки (23 %), в России, соответственно, 39 % и 37 %. Социологический опрос населения в городе Донецке выявил, что при покупке грибов приоритет отдается шампиньонам – 48 % респондентов выбирают именно этот вид грибов. Свежим грибам от-

дают предпочтение 42 % опрошенных, а замороженным и сушеным – 22 % и 21 % соответственно. Установлены факторы, обуславливающие необходимость более полного использования культивируемых грибов в пищевой индустрии: обеспечение круглогодичного производства, импортозамещение и развитие внутреннего производства, достаточно высокий потребительский спрос, экономическая выгода и развитие сельского хозяйства.

3. Исследован химический состав культивируемых грибов. Экспериментально доказана активность ферментов в плодовых телах шампиньонов в процессе хранения при температуре 2 °С. Установлено, что в процессе хранения активность аспартатаминотрансферазы увеличивается на 7 % в сутки, а активность амилазы при разных температурах хранения снижается в 3–4,3 раза. Активность ингибитора трипсина в штаммах вешенки снижается на 6-е сутки хранения в 1,35–1,46 раза при температуре 0,5÷4 °С. Активность каталазы в опенке летнем при 0,5÷6 °С снижается на 3–6-е сутки, а затем возрастает; аналогичная динамика установлена в опенке зимнем. Установлено, что с повышением температуры хранения кольцевика от 0,5 до 6 °С снижается содержание липидов и увеличивается концентрация малонового диальдегида в 2 раза после 6 суток хранения при 2 °С и в 2,5 раза при 4÷6 °С. На основе комплексной оценки качества свежих культивируемых грибов установлены сроки хранения в зависимости от упаковки и режимов хранения. Упаковка в полиэтилен низкого давления при температуре 2 ±0,5 °С увеличивает срок хранения вешенки и шампиньонов до 7 суток, опять летнего и зимнего – до 8 суток, кольцевика – до 12, шиитаке и мейтаке – до 18 суток. Повышение температуры до 4 °С и отсутствие упаковки снижают срок хранения свежих культивируемых грибов отдельных видов в 2–3 раза.

4. Экспериментально-аналитически установлено, что сокращение времени предварительного бланширования свежих грибов горячей водой при температуре 80÷90 °С с 5 до 2–3 минут позволяет получить продукцию более высокого качества и сократить потери массы плодовых тел молодых и средних грибов до 10 %. Анализ химического состава и активности ферментов грибов при замораживании показывает, что для преобладающего числа объектов замораживание является щадящим процессом и не вызывает глубоких изменений ферментативного характера, не оказывает отрицательного воздействия на основные компоненты состава культивируемых грибов. Соотношение между отдельными аминокислотами у разных грибов различается. Состав ключевых компонентов в замороженных бланшированных грибах претерпевает изменения по сравнению с исходным сырьем. В случае небланшированных замороженных грибов отмечается незначительное увеличение доли сухих веществ. Данное явление, по нашему мнению, обусловлено относительным эффектом, связанным с учетом первоначальных потерь влаги. Установлено, что в замороженных грибах на протяжении двух лет хорошо сохраняются водорастворимые витамины. При этом содержание витаминов в небланшированных образцах на 10–15 % выше, чем в бланшированных. Экспериментально и теоретически подтверждена гипотеза о наличии в отдельных видах грибов антифризных белков, что особенно проявляется при замораживании вешенки, на основании чего не рекомендуется ее хранение в замороженном виде. На

основании полученных результатов определены наиболее эффективные для длительного хранения замороженных культивируемых грибов виды упаковки. Установлено, что оптимальный срок хранения замороженных грибов при температуре от минус 18 до минус 20 °С, обеспечивающий максимальное сохранение их качества в комбинированной упаковке ПЭ+фольга+ГФК, составляет 24 месяца.

В результате комплексных органолептических и физико-химических исследований показано влияние параметров теневой и тепловой сушки на формирование сенсорных свойств, вкусоароматических соединений, белкового и углеводного комплексов культивируемых грибов. Отмечена зависимость характера изменения цветности отдельных видов грибов от температуры сушки. Для сравнительной оценки влияния различных методов сушки на интенсивность аромата, вкуса и послевкусия разработаны балльные шкалы для оценки параметров тепловой обработки. Сгенерирован алгоритм процесса сублимационной сушки культивируемых грибов. Дана оценка органолептических показателей исследуемых видов сушеных грибов и физико-химических свойств отдельных их видов при сублимационной сушке, на основании которой показаны ее преимущества с точки зрения большего выхода стандартной продукции по сравнению с теневой и тепловой сушками. Выявлены закономерности и особенности изменения качества сублимированных конечных продуктов при длительном хранении в различных видах упаковки и газовой среде в течение 24 месяцев. Выявлено влияние процесса сублимации на формирование и сохранение качества сушеных культивируемых грибов. Установлена зависимость сохраняемости сублимированных продуктов от вида упаковки (стеклянные емкости и пакеты из многослойных полимерных материалов, кашированные алюминиевой фольгой), а также от состава газовой среды и температурных режимов в течение 24 месяцев. Существенных изменений компонентов химического состава не наблюдали, за исключением повышения уровня ароматических веществ в течение первых 12 месяцев хранения в стеклянных емкостях за счет наличия в грибах естественных стабилизаторов (витамина С) и высокой энергии абсорбции летучих компонентов каркасом продукта. Доказана приоритетность сублимационной сушки для всех видов грибного сырья и рекомендована для грибов лечебно-профилактической направленности шиитаке и мейтаке, поскольку она наиболее полно сохраняет их химические, биологические и лечебные свойства.

5. Разработаны натуральные грибные композиции и построены математические модели для определения предпочтительных весовых показателей разрабатываемых рецептур грибных композиций. Полученные результаты могут быть использованы в качестве основы при приготовлении кулинарных блюд на предприятиях общественного питания, а в перспективе – и в промышленных условиях.

6. Разработана автоматизированная система управления товароведно-технологическим процессом хранения и переработки культивируемых грибов, позволяющая осуществлять учет поступающих для дальнейшей переработки и продажи культивируемых грибов с применением новейших цифровизированных комплексов для оптимизации оценки качества каждой партии грибов по отдельной органолептической шкале. Система разрабатывает рекомендации по даль-

нейшей переработке, хранению и реализации грибов, а также анализирует статистику продаж и остатков товаров для оперативного прогнозирования.

7. Установлен экономический эффект от внедрения технологии сублимационной сушки культивируемых грибов в производство, составляющий 3,436 млн руб. при годовой производительности предприятия 275,0 т сублимированной вешенки и 275,0 т сублимированных мейтаке. Ожидаемая выручка от реализации указанных объемов составит 18587 тыс. руб. для вешенки и 24700 тыс. руб. для мейтаке. Рентабельность сублимированной продукции составила 25,83 % для вешенки и 27,46 % для мейтаке. Срок окупаемости технологии при производстве сублимированных грибов составляет 3 года. Расчеты были выполнены на примере наименее рентабельных продуктов – сублимированных грибов. Рентабельность замороженной продукции (127,1–152,1 %) значительно выше, что объясняется ростом объемов продаж. Установлен дополнительный прирост рентабельности продаж для замороженных грибов, который колеблется от 6,85 % до 10,24 %, что обуславливает значительное увеличение прибыли у производителей.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Результаты диссертационного исследования могут быть применены на перерабатывающих предприятиях различной мощности: при производстве замороженных культивируемых грибов, сушеных культивируемых грибов (посредством различных сушильных технологий), грибных сухих и жидких композиций, а также при разработке технологических и аппаратных схем данного направления производства.

При замораживании грибной продукции целесообразно использовать наработки по теории антифризных свойств белков в целях релевантного замораживания культивируемых грибов с учетом наличия в их составе криопротекторов.

Оптимизированная технологическая аппаратная схема сублимационной сушки культивируемых грибов может быть использована на предприятиях пищевой отрасли для получения сертифицированной продукции как нуждающейся в дальнейшей доготовке, так и полностью готовой к употреблению. Схема отличается возможностью обработки культивируемых грибов различного размера и конфигурации, задаваемых производителем.

Для получения наиболее приемлемых в производстве грибной продукции исходных данных для сублимационной сушки в условиях производства рекомендуется использование автоматизированной системы «Товароведная информационная система по прогнозированию и дальнейшему использованию свежих культивируемых грибов», позволяющей рассчитать оптимальные параметры сублимационной сушки для исходного грибного материала различной органолептики, такие как температура и время сушки.

Для установления оптимальных технологических показателей хранения и переработки культивируемых грибов рекомендуется применение патентов на полезную модель № 40410, №107037, №118859; технологической документации ТУ 10.39.11-001-49046947-2024 и ТИ, ТУ 10.39.13-001-49046947-2024 и ТИ, ТУ 10.39.13-002-49046947-2024 и ТИ.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Дальнейшие исследования наиболее актуальны в направлении автоматизации и цифровизации управления технологическими процессами в индустрии переработки и дальнейшего потребления грибной продукции. Это позволит на основании внедренных цифровых продуктов и автоматизированных систем управления осуществлять мониторинг технологических процессов хранения и переработки культивируемых грибов и, как следствие, повысить качество и снизить потери продукции. Предлагаемые технологические и технические решения могут быть положены в основу совершенствования нормативной базы, создания отечественных технологий с акцентом на увеличение потенциала российского рынка культивируемых грибов, с учетом национальных тенденций на импортозамещение и здоровое питание.

Также дальнейшее развитие получают следующие направления:

- использование экстрактов, содержащих бета-глюканы, для обогащения пищевых продуктов функциональными свойствами;
- выделение антифризных белков культивируемых грибов для применения их криоскопических свойств в хлебопекарной и мясной отраслях при хранении продукции в замороженном виде;
- разработка новых эффективных и безопасных препаратов и БАДов для усиления их терапевтического потенциала из грибных продуктов лекарственной направленности в фармацевтической промышленности;
- внедрение вытяжек из культивируемых грибов, обладающих иммуностимулирующими, увлажняющими и антиоксидантными свойствами, в косметическую индустрию.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

В научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки Украины и ДНР (в соответствии с постановлением Правительства РФ от 18.03.2023 г. № 415)

1. Дятлов, В. В. Чинники якісного зберігання печериць / В. В. Дятлов, **І. І. Медведкова** // Вісник ДонДУЕТ. Серія «Технічні науки». – 2007. - № 1 (33). – С. 160-164.
2. Дятлов, В. В. Инновационные технологии хранения свежей растительной продукции / В. В. Дятлов, **И. И. Медведкова**, Н. А. Попова // Харчові технології. – 2008. - № 34 (2). – С. 72-76.
3. Дятлов, В. В. Закономерности биохимических процессов, протекающих в свежих плодах, овощах и грибах при хранении / В. В. Дятлов, **И. И. Медведкова**, Н. А. Попова // Товары и рынки. – 2009. – № 1 (7). – С. 77-85.
4. Дятлов, В. В. Вплив способу створення модифікованого газового середовища на тривалість зберігання свіжих плодів і грибів / В. В. Дятлов, **І. І. Медведкова**, Н. О. Попова // Товарознавчий вісник. – 2010. – № 2. – С. 77-87.
5. Дятлов, В. В. Інноваційні технології за умов холодильного зберігання свіжих плодів, овочів та грибів / В. В. Дятлов, **І. І. Медведкова**, Н. О. Попова //

Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – 2010. – № 1 (11). – С. 103-111.

6. Попова, Н. А. Изменения энергообеспечивающих веществ шампиньонов при хранении в модифицированной газовой среде / Н. А. Попова, **И. И. Медведкова** // Товары и рынки. – 2010. – № 2 (10). – С. 88-93.

7. Дятлов, В.В. Вплив первинної обробки та температури заморожування на рівень якості шампінйонів / В. В. Дятлов, **І. І. Медведкова**, Н. О. Попова, Н. О. Аксьонова // Товарознавство та інновації. – 2010. – № 2. – С. 192-202.

8. Дятлов, В.В. Качество и безвредность шампиньонов при хранении / В. В. Дятлов, Н. А. Попова, **И. И. Медведкова** // Товарознавчий вісник. – 2011. – № 3. – С. 96-104.

9. Попова, Н.О. Зміна вмісту холестерину і креатинину у свіжих шампінйонах на різних стадіях зрілості / Н. О. Попова, **І. І. Медведкова** // Товарознавство та інновації. – 2011. – № 3. – С. 136-142.

10. Попова, Н.А. Изменение содержания триглицеридов в свежих культивируемых шампиньонах разных штаммов в процессе хранения / Н. А. Попова, **И.И. Медведкова** // Товарознавчий вісник. – 2012. – № 5. – С. 320-326.

11. **Медведкова, И.И.** Особенности химического состава культивируемых грибов разных видов, как объектов для переработки / И. И. Медведкова // Товарознавчий вісник. – 2013. – № 6. – С. 186-192.

12. **Медведкова, И.И.** Некоторые особенности математического моделирования процесса сушки культивируемых грибов / И. И. Медведкова // Вестник Черниговского государственного технологического университета. Серия: Технические науки. – 2013. – № 4 (69). – С. 221-226.

13. **Медведкова І.І.** Аналіз вмісту білків та амінокислот при зберіганні свіжих культивованих грибів *PLEUROTUS OSTREATUS* / І.І. Медведкова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – 2014. – № 1 (19). – С. 327-326.

14. **Медведкова, И.И.** Обоснование возможности управления хранением продукции на основе культивируемых грибов / И. И. Медведкова // Товарознавчий вісник. – 2014. – № 7. – С. 138-144.

15. **Медведкова, И.И.** Показатели колебаний содержания витаминного комплекса при хранении свежих культивируемых грибов / И.И. Медведкова // Оборудование и технологии пищевых производств. – 2017. – № 1 (34). – С. 84-92.

16. **Медведкова, И.И.** Влияния температуры, упаковки и продолжительности хранения на характер органолептических изменений исследуемых образцов культивированных грибов шиитаке (*Lentinula edodes*) штамма RL-7 / И.И. Медведкова // Оборудование и технологии пищевых производств. – 2020. – № 9 (42). – С. 45-51.

В научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ

17. **Медведкова, И.И.** Анализ содержимого липидов и продуктов их распада при хранении свежих культивируемых грибов *Stropharia rugosoannulata* /

И. И. Медведкова, С. А. Соколов, А. А. Яшонков // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. – 2024. – № 2. – С. 72-78.

18. Малыгина, В.Д. Использование онтологий при создании баз данных / В.Д. Малыгина, **И.И. Медведкова** // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2025. – № 1(90). – С. 114-119.

19. **Медведкова, И.И.** Динамика содержания ферментов при хранении свежих культивируемых грибов *Agaricus bisporus* коричневой расы / И. И. Медведкова, С. А. Соколов, А. А. Яшонков // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. – 2025. – № 1. – С. 52-60.

20. **Медведкова, И.И.** Криопротекторные функции белков антифризов и их влияние на товароведно-технологические свойства культивируемой вешенки / И. И. Медведкова, С. А. Соколов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2025. – № 3(92). – С. 52-57.

21. **Медведкова, И.И.** Обоснование необходимости переработки лекарственных культивируемых грибов на примере мейтаке (*Grifola frondosa*) / И. И. Медведкова // Проблемы развития АПК региона. – 2025. – № 2(62). – С. 136-143.

22. **Медведкова, И. И.** Влияние нестабильности уровня полисахаридов в свежих грибах шиитаке на их биологический потенциал / И. И. Медведкова // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. – 2026. – № 1. – С. 68-77.

23. **Медведкова, И.И.** Качественное хранение плодоовощной продукции и грибов, как приоритетная задача сельского хозяйства // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2026. № 1. С. 132–139.

24. **Медведкова, И.И.** Исследование влияния интенсивности дыхания свежесрезанных культивируемых грибов на их качественное хранение, с учетом особенностей РАС и штаммов / И. И. Медведкова, С. А. Соколов, А. А. Яшонков // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2026. – № 1. – С. 80-88.

25. **Медведкова, И.И.** Динамика активности триглицеридов в свежей культивируемой вешенке штаммов НК-35 и Р-80 в процессе хранения при различных температурных режимах/ И. И. Медведкова // Проблемы развития АПК региона. – 2026. – № 1(65). – С. 160–168.

26. **Медведкова, И.И.** Технологическая подготовка грибного наполнителя для овощных и рыбных супов высокой степени кулинарной готовности / И. И. Медведкова, С. А. Соколов, А. А. Яшонков // Ползуновский вестник. – 2026. – № 1. – С. 141–146.

27. **Медведкова, И. И.** Регулирование систем хранения и переработки продуктов грибоводства с целью обеспечения их товароведных качеств и эффективности / И. И. Медведкова // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. – 2026. – № 2. – С. 87–96.

28. Малыгина, В.Д. Концептуальное осмысление термина «Новая методология» применительно к индустрии грибоводства / В.Д. Малыгина, **И.И. Медведкова** // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2026. – № 4(99). – С. 15–20.

Патенты

29. Патент № 40410 UA МПК (2009) A01F 25/00 Способ хранения свежих культивируемых грибов: № u200812159, заявл. 14.10.2008: опубл. 10.04.2009, Бюл. № 7 / В.В. Дятлов, Н.А. Попова, В.И. Денисенко, **И.И. Медведкова**.

30. Патент № 107037 UA МПК (2016.01) A23L 31/00 Способ приготовления грибных чипсов: № u2015 06735, заявл. 07.07.2015: опубл. 25.05.2016, Бюл. № 10 / Н.А. Попова, Ю.В. Шурыгина, **И.И. Медведкова**, В.В. Дятлов, Е.А. Ракша-Слюсарева.

31. Патент № 118859 UA МПК (2017.01) A23L 3/36 (2006/01), A23B 7/00, A23L 31/00 Замороженная овощная смесь «Овоще-грибная»: № u 201702964, заявл. 29.03.2017: опубл. 28.08.2017, Бюл. № 16 / Е.А. Ракша-Слюсарева, Н.А. Попова, О.С. Швиндина, **И.И. Медведкова**.

Монографии

32. **Медведкова, И. И.** Свежая растительная продукция и грибы: производство, потребление, перспективы развития и использования / А. А. Шубин, Е. М. Азарян [и др.]. // Рынок продовольственных товаров Украины: реалии и перспективы: монография. – Донецк: ДонНУЭТ, 2010. – Т.1. – 520 с.

33. Попова, Н.А. Влияние модифицированной газовой среды на сохранность свежих шампиньонов белой расы: монография / Н.А. Попова, В.В. Дятлов, **И.И. Медведкова**, Н.О. Аксенова. - Донецк: ДонНУЭТ, 2013. – 200 с.

34. **Медведкова, И. И.** Методология научных исследований: монография / В. Д. Малыгина, Д. П. Лойко, Н. Н. Давидчук [и др.]. – Донецк: ФЛП Халиков Р.Х., 2020. – 346 с.

35. **Медведкова, И. И.** Исследование промышленного производства, потребления и емкости рынка продукции из культивированных грибов // И.И. Медведкова, Н.А. Попова // Теории, школы и концепции устойчивого развития науки в современных условиях: Монография. Выпуск 88. – Уфа: Аэтерна, 2024. – С. 54-69.

36. **Медведкова, И. И.** Выход стандартной продукции свежих культивируемых шампиньонов при хранении их в различных температурных режимах / И. И. Медведкова // Разработка и применение наукоемких технологий в интересах модернизации современного общества: монография. Выпуск 92. – Уфа: Аэтерна, 2024. – С. 83-97.

37. **Медведкова, И. И.** Концептуальные основы выбора грибного сырья и других растительных компонентов в технологии производства зерновых батончиков / И. И. Медведкова // Актуальные вопросы развития науки и технологий: Монография. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2025. – С. 84-96.

38. **Медведкова, И. И.** Формирование потребительских свойств зерновых батончиков, обогащенных грибными порошками / И. И. Медведкова // Наука, общество, образование: актуальные вопросы, достижения и инновации: Монография. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2026. – С. 150-163.

Статьи в других научных журналах

39. Дятлов, В. В. Инновационные способы хранения растительной продукции / В. В. Дятлов, **И. И. Медведкова**, Н. А. Попова, О. В. Тимофеев //

Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2009. – № 1. – С. 23-26.

40. Дятлов, В. В. Вплив заморожування на якість екологічно чистих продуктів харчування / В. В. Дятлов, **І. І. Медведкова**, Н. О. Попова // Проблеми екології. – 2009. – № 1 (2) . – С. 89-93.

41. **Медведкова, И. И.** Изучение вопросов производства грибов как скоропортящегося сырья и способов их переработки / И. И. Медведкова // Сборник научных трудов SWorld. Технические науки. – 2012. – Т. 10, № 4. – С. 24-28.

42. **Medvedkova, I. I.** Practical influence of processing and freezing temperature on results of the assessment of quality of field mushrooms / I. I. Medvedkova // Сборник научных трудов SWorld. Технические науки. – 2013. – Vol. 4, No. 1. – P. 42-46.

43. **Медведкова, И. И.** Перспективность круглогодичного выращивания и переработки грибной продукции / И. И. Медведкова // Physico-mathematical and technical sciences as postindustrial foundation of the informational society evolution. International Academy of Science and Higher Education; Chief editor - Pavlov V. V.. – London : Международная академия наук и высшего образования, 2013. – С. 9-11.

44. **Медведкова, І. І.** / Особливості математичного моделювання процесу заморозки культивованих грибів // І.І. Медведкова // Сборник научных трудов SWorld. Технические науки. – 2014. – Т. 11. № 1. – С. 57-62.

45. **Медведкова, І. І.** / Аналіз вмісту каталази при зберіганні свіжих культивованих грибів *KUEHNEROMYCES MUTABILIS* та *FLAMMULINA VELUTIPES* // І. І. Медведкова // Сборник научных трудов SWorld. Технические науки. – 2015. – Т. 5. № 3 (40). – С. 9-15.

46. **Медведкова, И. И.** Определение рационального режима сублимационной сушки культивируемых грибов / И. И. Медведкова, Н. А. Попова, В. В. Дятлов // Национальная Ассоциация Ученых. Технические науки. – 2015. – № 8-1 (13). – С. 69-72.

47. **Медведкова, И. И.** Анализ содержания полисахаридов и продуктов их распада при хранении свежих культивируемых грибов *Lentinus edodes* / И. И. Медведкова, В. В. Дятлов, Н. А. Попова // Евразийский союз ученых. Технические науки. – 2015. – № 4-4 (13). – С. 140-143.

48. **Медведкова, І. І.** / Коливання рівня ліпідів та продуктів їх розпаду при зберіганні свіжих культивованих грибів *STROPHARIA RAGOSO-ANNULALA* // І. І. Медведкова // Научный взгляд в будущее. Технические науки. – 2016. – Т. 2. № 1 (1). – С. 61-67.

49. **Медведкова, И. И.** Оценочная характеристика качества при хранении свежих грибов шиитаке *Lentinula edodes* / И. И. Медведкова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 1-2. – С. 70-76.

50. **Медведкова, И. И.** Основные риски, возникающие при хранении грибных пищевых продуктов / И. И. Медведкова, Н. А. Попова // Товаровед продовольственных товаров. – 2025. – № 3(248). – С. 177-180.

51. **Медведкова, И.И.** Важность интеграции технологий искусственного интеллекта в промышленное изготовление пищевых компонентов на основе куль-

тивируемых грибов / И.И. Медведкова // Наука и образование. – 2026. – Т. 9. – № 1. – С. 55-63.

52. **Медведкова, И. И.** Обоснование необходимости разработки эффективных методов управления сохраняемости свежей грибной продукции, основанных на системном подходе НАССР / И. И. Медведкова // Шаг в науку. – 2026. – № 1. – С. 12-16.

Методические рекомендации

53. Экспертиза товаров. Модуль: «Математическое моделирование в пищевой технологии»: Методические указания для выполнения курсовых работ / **И.И. Медведкова**; ФГБОУ ВО «ДонНУЭТ» – Донецк, 2026. – 27 с.

54. Товароведная экспертиза продовольственных товаров: Модуль: «Моделирование органолептической оценки качества пищевых продуктов»: Методические указания для выполнения курсовых работ / **И.И. Медведкова**, ФГБОУ ВО «ДонНУЭТ» – Донецк, 2026. – 24 с.

Депонированные рукописи

55. **Медведкова, И. И.** Товароведная информационная система по прогнозированию и дальнейшему использованию свежих культивируемых грибов / И.И. Медведкова // М., 2024. – 76 с. – Деп. в Нац. фонд деп. науч. работ РАН 20.11.2024, № 1196-24.