

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий национальный университет экономики и торговли
имени Михаила Туган-Барановского»

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

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
доктора технических наук

Научный консультант:
доктор технических наук, профессор
Соколов Сергей Анатольевич

Донецк – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 ТОВАРОВЕДНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ: АНАЛИТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ЭМПИРИЧЕСКИЙ БАЗИС.....	18
1.1 Особенности химического состава развития плодовых тел культивируемых грибов разных видов, как объекта для переработки.....	18
1.2 Лечебно-профилактические свойства отдельных видов культивируемых грибов.....	41
1.3 Характеристика способов хранения свежих грибов и их изменения при хранении.....	46
1.4 Обоснование необходимости переработки свежих культивируемых грибов.....	56
1.5 Технологические способы продления сохраняемости грибов.....	67
Выводы по главе 1.....	74
ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	76
2.1 Организация эксперимента и проблемно-концептуальная схема исследований.....	76
2.2 Объекты исследований	83
2.3 Постановка эксперимента, методы и методики проведения исследований.....	84
ГЛАВА 3 АНАЛИЗ РЫНКА КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ.....	93
3.1 Оценка производства, потребления и характеристика емкости рынка грибов.....	93
3.2 Анализ потребительского спроса и предложения в сегменте рынка грибов.....	104
Выводы по главе 3.....	118

ГЛАВА 4 ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА И СОХРАНЯЕМОСТИ СВЕЖИХ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ.....	120
4.1 Влияние основных параметров хранения на изменения органолептических свойств культивируемых грибов и степень их качества...	120
4.2 Изменение химического состава исследуемых культивируемых грибов в различных температурных режимах.....	145
Выводы по главе 4.....	171
ГЛАВА 5 ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ЗАМОРАЖИВАНИЯ НА КАЧЕСТВО И СОХРАНЯЕМОСТЬ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ.....	174
5.1 Изменение свойств культивируемых грибов в зависимости от условий проведения подготовительных операций.....	174
5.2 Переработка культивируемых грибов замораживанием.....	188
5.2.1 Изменение массы культивируемых грибов при замораживании.....	188
5.2.2 Влияние замораживания на изменение химического состава замороженных грибов.....	192
5.3 Исследование сохраняемости замороженных грибов.....	195
5.4 Влияние антифризных свойств на качество замораживания и длительность хранения культивируемой вешенки.....	214
Выводы по главе 5.....	220
ГЛАВА 6 ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СУШКИ И УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА СУШЕНЫХ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ.....	223
6.1 Влияние теневой и тепловой сушки на формирование органолептических свойств культивируемых грибов.....	223
6.2 Изменение белкового и углеводного комплексов в процессе сушки культивируемых грибов	231
6.3 Изучение качества грибных сублимационных продуктов при длительном хранении.....	249
Выводы по главе 6.....	266

ГЛАВА 7 РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР ГРИБНЫХ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ.....	269
7.1 Изготовление грибных порошков и составление рецептов на их основе...	271
7.2 Влияние различных грибных композиций на приготовление соусов.....	281
Выводы по главе 7.....	285
ГЛАВА 8 ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ ИНДУСТРИИ ГРИБОВОДСТВА И ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО РЫНКА КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ.....	286
8.1 Создание товароведной информационной системы по прогнозированию и дальнейшему использованию свежих культивируемых грибов.....	286
8.1.1 Постановка задания на проектирование автоматизированной информационной системы.....	286
8.1.2 Проектирование базы данных как структурной единицы информационной системы.....	294
8.2 Социально-экономическое обоснование развития индустрии продукции грибоводства и продуктов ее переработки, потребительского рынка культивируемых грибов.....	308
Выводы по главе 8.....	319
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	320
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ.....	325
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.....	326
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	327
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	374

ВВЕДЕНИЕ

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».

Вопросы качества и безопасности продуктов питания всегда были и остаются в центре внимания ученых, исследователей, практиков, потребителей и регулируются государством. В принятом Постановлением Народного Совета Донецкой Народной Республики «Законе о безопасности и качестве пищевых продуктов» (№ 120–ІНС от 08.04.2016 г., действующая редакция по состоянию на 11.02.2022 г.) особое внимание уделено регулированию отношений в сфере обеспечения качества пищевых продуктов и их безопасности для здоровья человека.

В Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента № 20 от 21 января 2020 г., 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 сельского хозяйства, 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 недостаточное использование информационно-коммуникационных технологий в производстве пищевых продуктов – сложная проблема, связанная с рядом факторов. 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 простои, 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. Для достижения оптимизированных, точно отлаженных технологических процессов пищевых производств важна поддержка государства в виде программ стимулирования внедрения отечественных IT-решений.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с госбюджетными темами научно-исследовательских работ 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: № 67/хт/2018; № 93/хт/2019; № 03/ хт/2020; № 007/хт/2023; № 122/хт/2024; №445/хт/2025; № 523/хт/2026.

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 др.

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.

В рамках комплексного товароведного и технологического исследования качества и сохраняемости свежих и переработанных культивируемых грибов анализ научной литературы по проблемам оптимизации качества продуктов грибоводства путем комплексного подхода к обеспечению эффективной технологической переработки и сохраняемости культивируемых грибов и их производных показал перспективность приемлемость инновационных подходов.

Исходя из проведенного анализа, выдвинута **научная гипотеза**: оптимизация процесса улучшения кондиции культивируемых грибов, обеспечение эффективной технологии их переработки и сохранения их свойств возможны путем разработки на базе комплексного товароведного и технологического изучения факторов, влияющих на сохранение потребительских качеств свежих культивируемых грибов и продуктов их переработки, технологических схем, 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 сохраняемости культивируемых грибов путем комплексного товароведного, технологического и автоматизированного выявления факторов оптимизации их качества и сохраняемости.

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, имеющих 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. Результаты 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 работ и ВКР. 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 Донецкой Народной Республики: ООО «Агрофирма «Кутейниковский агропродукт» (М.О. Амвросиевский, пгт. Кутейниково); ООО «Гурман»; ООО «Допио-успех»; ООО «Хуторок» (г. Донецк);

– промышленная апробация проведена на производственных перерабатывающих предприятиях пищевой промышленности: ООО «Великоновоселковский консервный завод» (Донецкая область, 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 Донецкой Народной Республики; получено Благодарственное письмо за успешную апробацию результатов научно-исследовательских работ в в

сегменте разработки и интеграции инновационных грибных продуктов для сети ресторанного бизнеса от Министерства промышленности и торговли Донецкой Народной Республики; 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: «Биотехнология: наука, образование, практика» (г. Днепропетровск, 2008 г.); «Управление торговлей:

теория, практика, инновации» (г. Москва, 2009 г.); «Современный рынок товаров и проблемы здорового питания» (г. Харьков, 2009 г.); «Актуальные проблемы современного товароведения» (г. Гомель, 2010 г.); «Экономическая трансформация и перспективы международного сотрудничества» (г. Будва, Черногория, 2013 г.); «Качество и безопасность товаров и экология окружающей среды» (г. Луцк, 2013 г.); «Формирование механизмов управления качеством и повышение конкурентоспособности предприятий» (г. Днепропетровск, 2014 г.); «Маркетинг на международных рынках товаров и услуг: глобальные аспекты» (г. Варна, Болгария, 2014 г.); «Качество и безопасность товаров» (г. Луцк, 2014 г.); «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании» (г. Одесса, 2014 г.); «Современные направления теоретических и прикладных исследований» (г. Одесса, 2014 г.); «Отечественная наука в эпоху изменений: постулаты прошлого и теории нового времени» (г. Екатеринбург, 2015 г.); «Импортозамещение в агропромышленном комплексе – основа национальной продовольственной безопасности» (г. Мелеуз, 2016 г.); «Современные тенденции развития туризма и индустрии гостеприимства» (г. Донецк, 2017 г.); «Экологическая ситуация в Донецком регионе: проблемы безопасности и рекультивации поврежденных территорий для их экономического возрождения» (г. Москва–Донецк, 2017 г.); «Пищевые добавки. Питание здорового и больного человека» (г. Донецк, 2010, 2013, 2014, 2017–2019 гг.); «Трансформация потребительского рынка в контексте приоритезации качества и безопасности товаров и услуг» (г. Донецк, 2017–2024 гг.); «Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании» (г. Екатеринбург, 2017 г.); «Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма» (г. Орел, 2018 г.); «Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг» (г. Орел, 2009, 2019 гг.); «Региональный рынок потребительских товаров и продовольственной безопасности в условиях Сибири и Арктики» (г. Тюмень, 2019 г.); «Качество и безопасность товаров: от производства до потребления» (г. Москва, 2019 г.); «Социально-экономическое развитие России: актуальные подходы и перспективные решения» (г. Краснодар, 2019 г.); «Приоритетные

векторы развития промышленности и сельского хозяйства» (г. Макеевка, 2023 г.); «AgroTech и FoodDesing «Новая аграрная революция» (г. Краснодар–Сочи, 2023 г.); «Качество жизни: современные политические, экономические и научно-образовательные тренды» (г. Бишкек, 2023 г.); «Потребительский рынок: проблемы качества и безопасности товаров и услуг» (г. Орел, 2023 г.); «Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России» (г. Орел, 2024 г.); «Актуальные вопросы современной экономики» (г. Санкт-Петербург, 2024 г.); «Современные процессы в пищевых производствах и инновационные технологии обеспечения качества пищевых продуктов» (г. Керчь–Сочи, 2020, 2024 гг.); «Маркетинг и логистика в системе конкурентоспособного бизнеса» (г. Донецк, 2024 г.); «Цереветиновские чтения» (г. Москва, 2024 г.); «Мусакожоевские чтения: Развитие экономической мысли: исследования и решения» (г. Бишкек, 2024 г.); «Туризм, сервис и гостеприимство: перспективы развития» (г. Ялта, 2024, 2025 гг.); «Научно-техническое творчество по процессам и оборудованию пищевых производств» (г. Донецк, 2024 г.); «Международная научно-практическая конференция имени Д. И. Менделеева» (г. Тюмень, 20242025 гг.); «Актуальные проблемы техники, технологии и образования» (г. Керчь–Сочи, 2025, 2026 гг.); «Технология и гигиена питания» (г. Донецк, 2025 г.); «Союз науки и практики: актуальные проблемы и перспективы развития товароведения» (г. Донецк, 2025 г.); «Пищевая индустрия в современных условиях: тренды и инновации» (г. Орел, 2025 г.); «Пища XXI века: Разработка продуктов питания с функциональными свойствами» (г. Грозный, 2025 г.); «Потребительский рынок. Время новых решений» (г. Новосибирск, 2025 г.); «Качество жизни населения промышленных территорий: устойчивое развитие, экология, технологии» (Казань–Набережные Челны, 2026 г.); «Логика и методология научных исследований» (г. Орел, 2026 г.); «Рациональное использование природных ресурсов в сельском хозяйстве» (Таджикистан, г. Дашогуз, 2026 г.); «Приоритетное направление целей устойчивого развития: вопросы экологии и изменения климата» (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.

ГЛАВА 1 ТОВАРОВЕДНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ: АНАЛИТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ЭМПИРИЧЕСКИЙ БАЗИС

1.1 Особенности химического состава развития плодовых тел культивируемых грибов разных видов, как объекта для переработки

Изучение теоретических основ и эмпирического базиса проблематики качества и сохраняемости культивируемых грибов свидетельствует о неиссякаемом интересе к свежим грибам, особенно как к объекту получения ценных продуктов их переработки.

Цитологические, анатомические, физиологические и биохимические особенности грибов обосновывают их своеобразие. Особую нишу в среде живых организмов грибам обеспечил их химический состав [242].

В тканях плодовых тел грибов содержится большой объем воды (90÷92 %), что является не только их особенностью, но и непосредственно влияет на скорость течения биохимических реакций на стадии хранения, а учитывая высокую ферментативную динамичность, следует относить грибы к группе скоропортящихся пищевых продуктов [123]. Особенность строения грибов объясняет и тот факт, что в шляпках белка содержится больше, чем в ножках.

В последнее время вопросу культивирования грибов уделяли свое внимание немало ученых [295, 327]. Однако исследования в области химического состава проводились в малом объеме и не затрагивали менее распространенные виды культивируемых грибов промышленного использования. Наибольший интерес как объект научного исследования представляют грибы шампиньоны, вешенка, опята, кольцевик, шиитаке и мейтаке. Показатели внешнего вида плодовых тел основных видов культивируемых грибов, являющихся объектом данного исследования, представлены в *Приложении А*.

Исследованиями шампиньона как культивируемого гриба занимались И.А. Дудка, О.А. Блинова, А.Н. Григорьева, Е.С. Куликова, М.И. Сулейманова, Е.А.

Феоктистова и многие другие [106, 122, 161, 168, 170, 214, 239, 241, 339]. Вместе с тем можно отметить, что эти исследователи делали упор на выведение новых высокопродуктивных штаммов культивируемых грибов. В результате их исследований установлено, что шампиньоны обладают высокими вкусовыми свойствами и пищевой ценностью.

Первые исследования по химическому составу вешенки проведены И.И. Ивановым и Е.Е. Цветковой в 30-х годах XX столетия и продолжены в 30÷70-х годах А.В. Васильевым, Н.Г. Громовым, А.А. Дворниной [102].

Высокие вкусовые свойства и пищевая ценность грибных продуктов, прежде всего, зависит от биохимического состава культивируемых грибов (Рисунок 1.1) [294, 298].

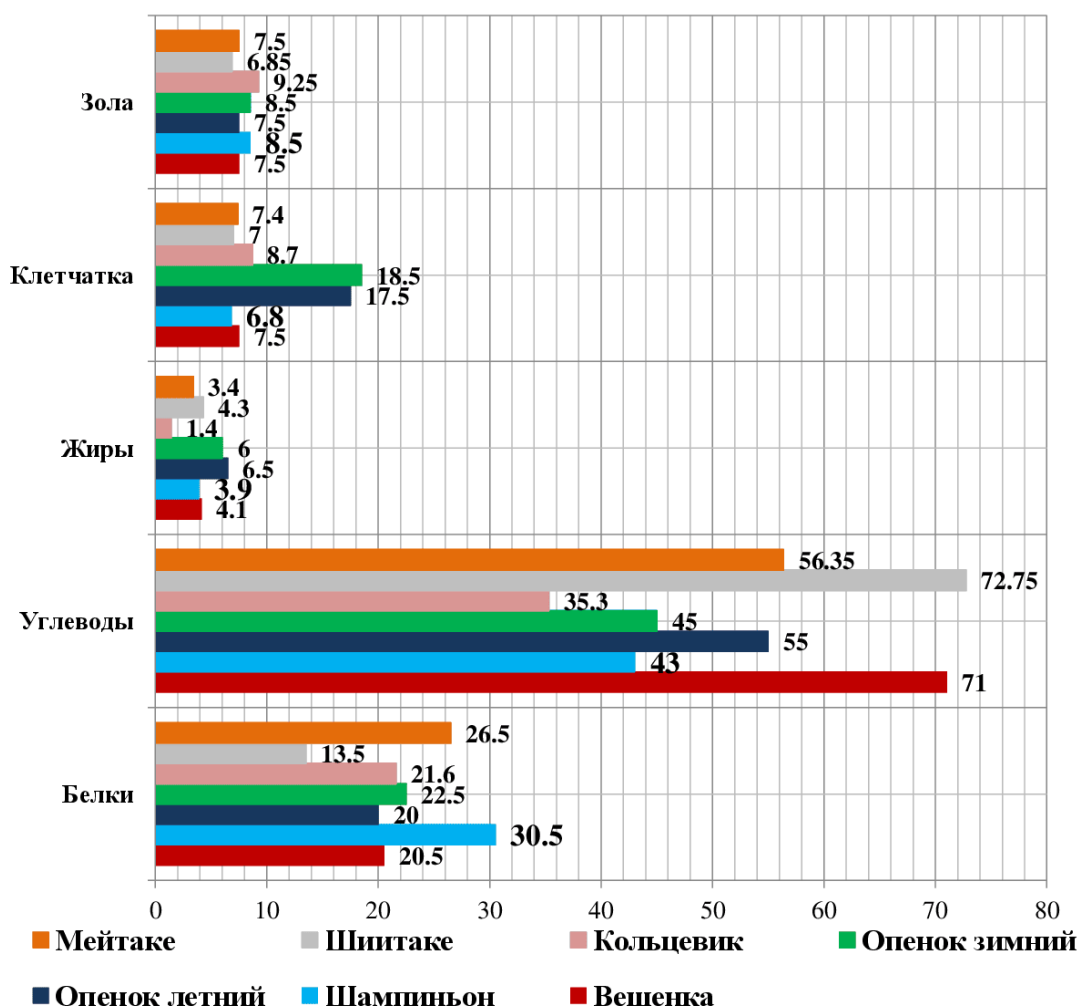


Рисунок 1.1 – Усредненные показатели химического состава культивируемых грибов, г/100 г сухой массы

Сравнительным анализом усредненных показателей химического состава некоторых видов культивируемых грибов выявлены следующие зависимости:

– важнейшим компонентом сухих веществ грибов являются белки, содержание которых в исследуемых видах грибов колеблется в пределах от 13,5 до 30,5 % (30,5 г/100 г сухой массы у шампиньона, 20,5 г/100 г сухой массы у вешенки, 20,0 г/100 г сухой массы у опенка летнего, 22,5 г/100 г сухой массы у опенка зимнего, 21,6 г/100 г сухой массы у кольцевика, 13,5 г/100 г сухой массы у шиитаке, 26,5 г/100 г сухой массы у мейтаке), т.е. самое высокое содержание белков обнаружено в шампиньонах, самое низкое – в мейтаке;

– в сухих веществах грибов преобладающими компонентами являются углеводы (35,3 – 72,75 г/100г), при этом углеводов в вешенке и шиитаке установлено приблизительно одинаково (72,75 г/100 г сухой массы у вешенки и 71 г/100 г сухой массы у шиитаке), что значительно превышает этот же показатель у шампиньона (43 г/100 г сухой массы), у опенка летнего (55 г/100г сухой массы), у опенка зимнего (45 г/100 г сухой массы), у кольцевика (35,3 г/100 г сухой массы), у мейтаке (56,35 г/100 г сухой массы);

– массовая доля липидов в культивируемых грибах составляет от 1,4 до 6,5 %, причем самое низкое содержание наблюдается у кольцевика (1,4 г/100 г сухой массы), что значительно меньше содержания их у опят (6,5 г/100 г сухой массы у опенка летнего и 6,0 г/100 г сухой массы у опенка зимнего) и меньше чем у вешенки (4,1г/100 г сухой массы), у шампиньона (3,9 г/100 г сухой массы), у шиитаке (4,3 г/100 г сухой массы) и у мейтаке (3,4 г/100 г сухой массы);

– массовая доля клетчатки в исследуемых грибах находится в пределах от 7,0 до 18,5 г/100 г сухой массы. Например, в опятах летних содержится 17,5 г/100 г сухой массы у опенка летнего и 18,5 г/100 г сухой массы в зимних; вешенка содержит 7,5 г/100 г сухой массы, в шампиньонах – 6,8 г/100 г сухой массы, в кольцевике 8,7 г/100 г сухой массы, в шиитаке – 7,0 г/100 г сухой массы и в мейтаке содержится 7,4 г/100 г сухой массы.

Таким образом, больше всего клетчатки содержат зимние и летние опята, меньше всего – шампиньоны.

По остальным показателям химического состава больших различий не наблюдается.

Основным компонентом шампиньонов, определяющим их пищевую, в том числе биологическую ценность, являются белковые вещества, в состав которых входят фосфоглюкопротеиды.

Шампиньоны содержат азотистые вещества, среди которых преобладают белки (до 70% от общего количества), а также промежуточные продукты белкового метаболизма, такие как амины, аммиак, мочевины, свободные аминокислоты и пуриновые и пиримидиновые основания и др. При этом установлено, что основная масса белков относится к сложным фосфоглюкопротеидам. Содержание белков зависит и от субстрата выращивания, расы и штамма шампиньонов [168].

Многие исследователи сходятся во мнении, что белкового азота в шампиньонах коричневой и кремовой расы, в зависимости от штамма, содержится от 2,93 до 6,75 % (на сырую массу). Кроме того, шампиньоны коричневой расы, в отличие от белой, отличаются большим содержанием белков [277]. Так, в первых работах по определению химического состава шампиньонов, для выращивания которых использовалась грибница, полученная от дикорастущих грибов, установлено, что в них содержится (в % на сырую массу) общего азота – до 7,47, белкового – 3,94, азота свободных аминокислот – 0,08, азота аммиака – 0,01, а также содержатся пуриновые и пиримидиновые основания, хитин и мочевины (последняя – до 13,2 %, после созревания спор она может быстро исчезнуть). Мочевины в шампиньонах в среднем содержится 2,4 % на сухую массу [14], а в шампиньонах белой расы в процессе хранения ее количество возрастает, т. е. наблюдается способность к ее накоплению, что некоторые исследователи относят к видовым признакам шампиньона [168].

Данные об изменении содержания белков в зависимости от стадии развития и волны сбора шампиньонов немногочисленны, но установлено, что содержание белка в последовательных волнах шампиньонов снижается [168]. С раскрытием шляпки содержание белка уменьшается: в шампиньонах с закрытой шляпкой

белков больше на $3,2 \div 6$ %, по сравнению с открытой. Содержание белков зависит и от части плодового тела гриба: шляпки шампиньонов богаче белковыми веществами, по сравнению с ножками [14]. Качественный и количественный состав фракций белков шампиньонов зависит от штамма [168]. Установлено, что доля водо- и солерастворимых белков в шампиньонах колеблется от 61,1 до 78,9 % от общего содержания белков в них [168].

Сравнительный анализ содержания незаменимых и заменимых аминокислот в культивируемых грибах визуализирован на рисунке 1.2 [373].

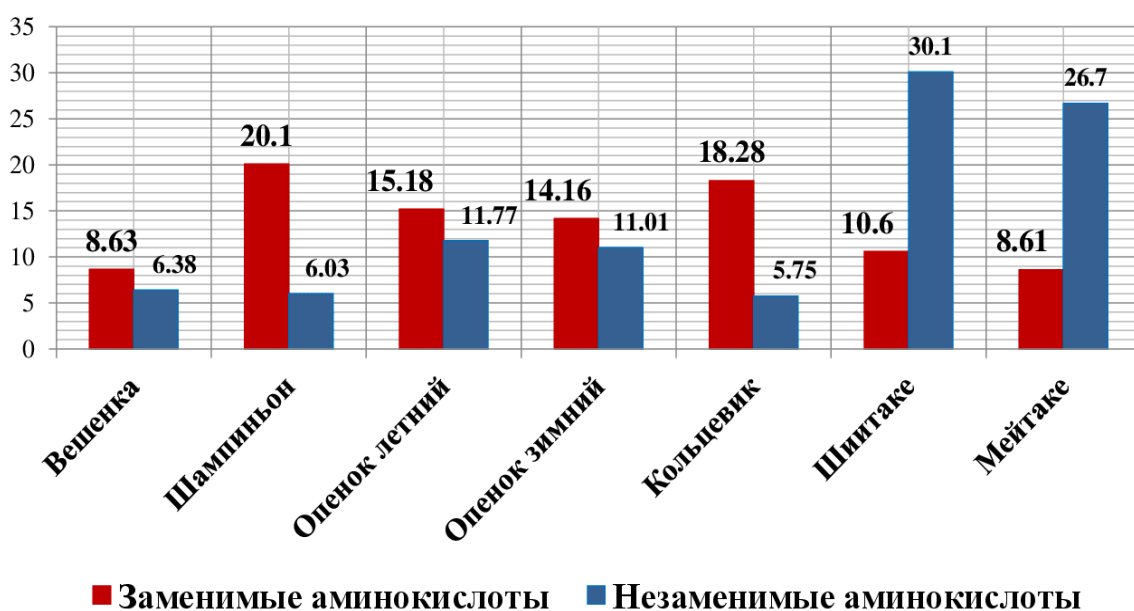


Рисунок 1.2 – Содержание незаменимых и заменимых аминокислот в белках культивируемых грибов разных видов, % на сухую массу

Исследованиями отечественных и зарубежных авторов обнаружено и идентифицировано в шампиньонах 16 аминокислот, преобладающими аминокислотами в шампиньонах являются лизин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, тирозин, в малом количестве содержится цистин и метионин, из них незаменимые составляют около 41 %, в том числе лимитирующие лизин и метионин [393]. Из незаменимых аминокислот в шампиньонах отсутствует триптофан, вследствие чего белки шампиньонов относятся к неполноценным. Сумма свободных аминокислот в шампиньонах белой расы может достигать до 15 % на сухую массу, коричневой – в 2 раза меньше. Из них аланин, дикарбоновые

кислоты и их амиды составляют 70 % общего количества. В последующих волнах сумма свободных аминокислот в шампиньонах возрастает. Сравнительный анализ аминокислотного состава белка шампиньонов с другими отобранными для исследования видами культивируемых грибов свидетельствует об отличиях в их составе.

В составе плодовых тел кольцевика присутствуют те же незаменимые аминокислоты, что и в шампиньонах, и также отсутствует триптофан, вследствие чего белки и кольцевика относятся к неполноценным. Наибольшая доля приходится на лейцин, лизин, валин и изолейцин. Кроме того, в значительном количестве содержатся аспарагиновая и глутаминовая кислоты, а также гистидин и аланин.

В белках плодовых тел опят зимних и летних содержатся практически все те же аминокислоты, включая 8 незаменимых аминокислот. Их концентрация подвержена определенным колебаниям, 25,17 % и 26,95 %, соответственно [112, 268].

Заменимые аминокислоты являются определяющими для шампиньона (20,10 % на сухую массу), для кольцевика (18,28 % на сухую массу) и вешенки (8,63 % на сухую массу). Несмотря на то, что заменимые аминокислоты не представляются основными для шиитаке, опят и мейтаке, в количественном отношении их масса намного превышает массу таких аминокислот в вешенке и немного уступает кольцевика и шампиньону.

Зимние опята содержат протеины, аминокислоты в свободной форме, фунгин, органические основания, холин, пурины, мочевины и хитин, являющийся грибной клетчаткой. Они формируют основу сухих веществ, пятьдесят процентов которых приходится на азотсодержащие соединения. Безусловно, опята (зимние и летние) представляют научный и практический интерес для производителей грибной продукции, ибо их можно использовать многоаспектно.

На основании данных сравнительных показателей аминокислотного состава белковых структур с эталоном ФАО (например, опята летние по эталону ФАО) следует отметить для данного вида культивируемых грибов лимитирующий

характер незаменимой аминокислоты – изолейцина, а преобладающий характер – валина (Таблица 1.1) [1, 268, 314].

Таблица 1.1 – Биологическая ценность белка опят

Вид грибов	Незаменимые аминокислоты, по скор		Коэффициенты	
	преобладающие	лимитирующие	утилитарности, ед.	сопоставимой избыточности, %
Опята	валин	изолейцин	0,594	24,60

Степень усвоения белковых аминокислот определяется оптимальностью их состава, поскольку организм человека способен усваивать аминокислоты в соответствии с количеством дефицитной аминокислоты [416]. Эталон ФАО представляет анализ состава аминокислот грибов, согласно которому организм человека способен утилизировать белки опят летних на 59,3 %. Высок и показатель «сопоставимая избыточность» – 6 %.

Интересна и культура грибов вешенка, состав которой не только разнообразен, но и в количественном отношении эти грибы содержат необходимые организму аминокислоты [85]. По данным нормативных документов [324], количество белка в составе вешенки достигает 3÷4 %, что больше, чем у овощей, но меньше, чем у бобовых культур, а некоторые авторы [114] утверждают, что плодовые тела вешенки содержат весь перечень незаменимых аминокислот, кроме содержащих серу. Незаменимые аминокислоты в основном присутствуют в ножке вешенки (2,73 %) и гимении (2,7 %), а в шляпке их количество значительно меньше (0,95 %). Содержание заменимых аминокислот присутствует по убыванию в гимении (4,85 %), в ножке (2,36 %), в шляпке (1,42 %). Самой «бедной» на аминокислоты является шляпка вешенки [297]. Вешенка отличается оригинальным составом, содержащим глутаминовую кислоту, α -аланин, аспарагиновую кислоту, лейцин: отдельно укажем, что лейцин, лизин и аргинин имеют легкоусваиваемую форму [323]. Вешенка усваивает азот из мочевины, ключевого продукта азотистого метаболизма, причем количество мочевины в грибе варьируется в зависимости от его вида и стадии развития [10].

В молодом плодовом теле *Pleurotus ostreatus* содержание мочевины в сухой массе составляет 2,5 %, а в зрелом – 12,3 %. Максимальная концентрация мочевины в сухой массе вешенки не превышает 0,75 % [307].

Качественный и количественный состав аминокислот в рассматриваемых культивируемых грибах различается в неравной мере. Так, незаменимые аминокислоты преобладают в шиитаке (преобладают лейцин – 7,90 % на сухую массу, треонин – 5,90 % на сухую массу, изолейцин – 4,90 % на сухую массу, лизин – 3,90 % на сухую массу; в опятах преобладают аргинин 2,64 % на сухую массу у летнего опенка и 2,47 % – у зимнего, валин – 2,09 % на сухую массу у летнего опенка и 1,95 % – у зимнего, гистидин – 2,35 % на сухую массу у летнего опенка и 2,20 % – у зимнего и лизин – 2,09 % на сухую массу у летнего опенка и 1,96 % – у зимнего и мейтаке преобладают лейцин – 7,40 % на сухую массу, треонин – 4,20 % на сухую массу, изолейцин – 3,80 % на сухую массу, валин – 3,50 % на сухую массу [373].

Несмотря на то, что значительное количество работ посвящено исследованию содержания витаминов в грибах [177, 178, 202], недостаточно изучен вопрос о витаминах, содержащихся в вешенке.

Представленные данные на рисунке 1.3 и в таблицах 1.2÷1.5 частично дают представление о витаминной ценности отдельных видов культивируемых грибов [230].

Таблица 1.2 – Содержание витаминов в шампиньонах, мг/100 г сухой массы

Витамины	Содержание в вешенке, мг/100г
Тиамин (В ₁)	1,0÷1,4
Рибофламин (В ₂)	4,2÷5,0
Пантотеновая кислота (В ₃)	22÷27
Ниацин (РР)	36÷57
Пиридоксин (В ₆)	2,4
Биотин (В ₇), мкг	1,6
Аскорбиновая кислота	13÷82
Эргостерол (про-В ₂), мкг	0,23
Токоферол (Е)	1,6

В шампиньонах определены практически все известные водо- и жирорастворимые витамины: аскорбиновая и никотиновая кислоты, рибофлавин, тиамин, пиридоксин, холин, кальциферол и другие [393].

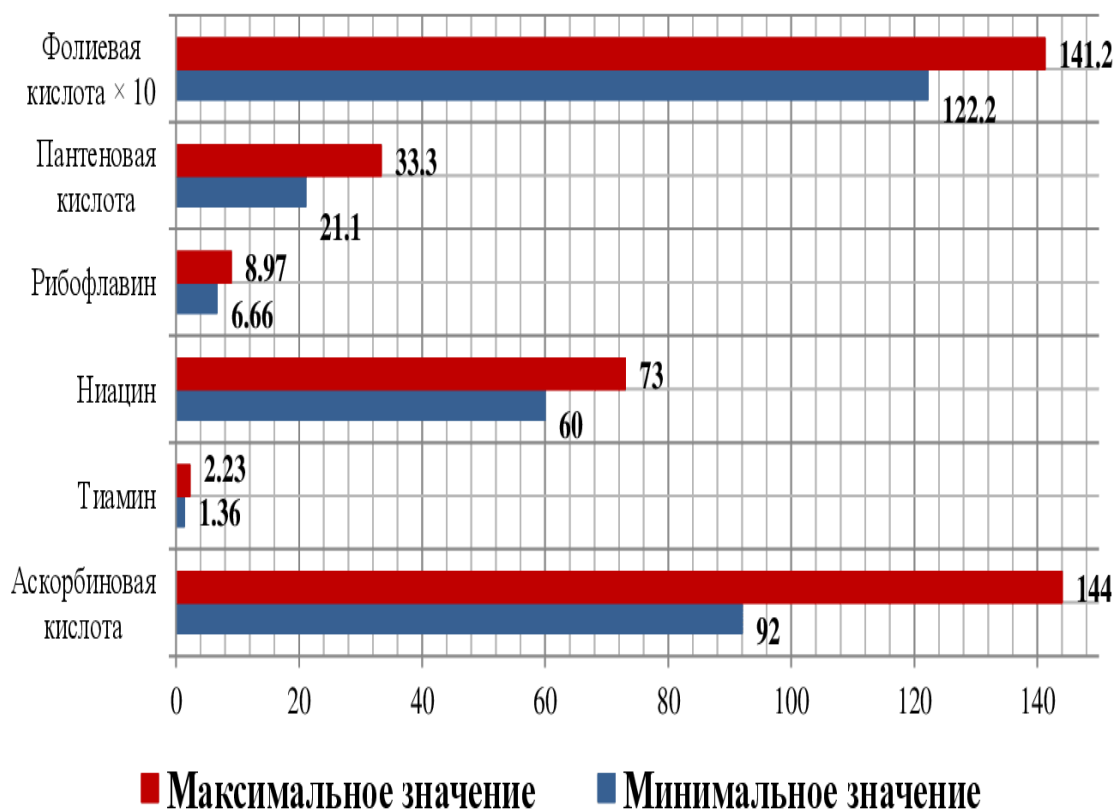


Рисунок 1.3 – Содержание витаминов в вешенке, мг/100 г сухой массы

Следует отметить, что количество витаминов В₁ и В₂, содержащихся в грибе «вешенка», не уступает грибам «шампиньон» (1,2 и 4,2 мг/100 г, соответственно) [216].

Установлено, что большим содержанием витамина С характеризуются коричневые штаммы шампиньонов, в которых выявлено в среднем 7,2 мг/100 г этого витамина, что на 0,4 мг/100 г больше, чем в белых [86]. Имеются сведения и о более значительном его содержании в коричневой и кремовой расах – до 8,5÷8,8 мг/100 г на сырую массу в зависимости от штамма. Наиболее изучена в шампиньонах аскорбиновая кислота. Ее содержание, по разным источникам,

колеблется в значительных пределах. Это обусловлено, зависимостью ее содержания от расы, штамма и зрелости.

В опятах также содержится большое количество аскорбиновой кислоты и ниацина (Таблица 1.3) [1, 112].

Таблица 1.3 – Содержание витаминов в плодовых телах свежих опят (зимнего и летнего), мг на 100 г

Наименование витамина	Рекомендуемые нормы потребления витаминов для взрослого человека, мг/сутки *	Опята	
		летние	зимние
Аскорбиновая кислота	100	10,29	10,94
Тиамин	1,5	0,01	0,03
Рибофлавин	1,8	0,35	0,045
Пиридоксин	2,0	0,05	0,03
Ниацин	20	28,15	27,86

* Источник: Методические рекомендации МР 2.3.1.0253–21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» – Москва, 2021. – 72 с.

Несмотря на факт принадлежности опят зимних и опят летних к различным грибным семействам, витаминный состав их во многом совпадает, поэтому мы сочли возможным объединить опята при рассмотрении таких органических соединений.

Летний опенок является источником витаминов В₂, С и D. По концентрации витамина РР этот гриб сопоставим с говяжьей печенью (около 29 мг). Количество витамина В₁ в нем не уступает пекарским дрожжам и превосходит другие выращиваемые грибы [302].

Зимний опенок отличается высоким содержанием витамина С, достигающим 11 мг, что больше, чем в некоторых овощах. Он также содержит 28 мг витамина РР, а также витамины В₁, В₂, каротин и витамин D. В кольцевике содержится повышенное, по сравнению с другими видами грибов, количество аскорбиновой и никотиновой кислоты, рибофлавина, тиамин, пиридоксин, холина (Таблица 1.4) [108].

Таблица 1.4 – Содержание витаминов в плодовых телах кольцевика мг/100 г сухой массы

Витамины	Содержание в кольцевике, мг/100г сухой массы
Тиамин (В ₁)	1,3
Рибофлавин (В ₂)	5,2
Пантотеновая кислота (В ₃)	23
Ниацин (РР)	38
Пиридоксин (В ₆)	2,7
Биотин (В ₇), мкг	1,2
Аскорбиновая кислота	6,7
Токоферол (Е)	1,1

Несмотря на довольно широкий диапазон различий между найденными минимальными и максимальными значениями содержания некоторых витаминов в плодовом теле гриба, совершенно очевидно, что шиитаке содержит много ниацина – витамина, препятствующего развитию подагры, участвующего в метаболизме триптофана [393]. Эти сведения далее нами были использованы для анализа состава данного вида грибов и рекомендаций по использованию переработанных грибов шиитаке. В шиитаке было обнаружено довольно много фолатов, биологическая активность которых оказалась такой же высокой, как у фолиевой кислоты из шпината [261].

В таблице 1.5 приведены обобщенные данные о содержании витаминов в плодовом теле шиитаке, приведенные в обзорных публикациях Е.В. Милькова [5] и в ряде оригинальных работ зарубежных авторов [393, 406].

Таблица 1.5 – Содержание витаминов в плодовом теле шиитаке в расчете на сухую массу гриба, мг/100 г

Витамины	Содержание, мг/100г
Водорастворимые	
Тиамин (В ₁)	0,3÷7,1
Рибофлавин (В ₂)	0,5÷7,0
Ниацин (РР)	13,0÷59,2
Аскорбиновая кислота (С)	21,0÷53,0
Фолиевая кислота	0,37
Жирорастворимые	
Кальциферол (D ₂), мкг	29,0÷142,0

По данным финских исследователей, содержание рибофлавина в шиитаке выше, чем в овощах и варьируется до таких высоких значений, как для продуктов животного происхождения [393]. По содержанию тиамин и аскорбиновой кислоты шиитаке уступает многим овощам и фруктам, хотя их больше, чем, например, в картофеле. Как известно, эргостерол, который превращается в биологически активный витамин D₂ (кальциферол) под действием солнечного света, может составлять более 70 % общей фракции стеролов у шиитаке [5].

Следует отметить, что формирование состава, свойств и, в первую очередь, органолептических показателей качества свежих грибов, связаны с активностью окислительно-восстановительных ферментов (Таблица 1.6).

Все химические реакции, происходящие в грибах, катализируются ферментами. Особое внимание уделяется полифенолоксидазе, которая отвечает за окисление хлорогеновой кислоты и тирозина до хинонов, способных к полимеризации друг с другом, а также с аминокислотами и протеинами [405].

Согласно исследованиям Ю.Т. Жук, активность ферментов играет существенную роль при хранении и переработке культивируемых грибов, что необходимо учитывать для сохранения их качества. Скорость ферментативных процессов зависит от целого ряда факторов, например, ферментативная активность грибов учитываются в процессе их переработки [112].

С повышением температуры скорость увеличивается до конкретной величины, затем увеличение температуры ведет к падению интенсивности, вследствие чего происходит полное прекращение функционирования фермента из-за распада белка как составляющей части фермента.

Отечественными и зарубежными учеными [366] в процессе изучения ферментативной активности культивируемых грибов была доказана превалирующая роль тирозиназы как основной оксидазы, причем роль пероксидазы и лактазы в грибе не является существенной [380, 400, 407, 417]. Интенсивность ферментативного потемнения тканей грибов прямо пропорциональна соотношению присутствующих оксидаз. Насколько интенсивно проявляется коричневый оттенок, наблюдаемый не только у грибов, но и у других

растений, напрямую зависит от этого соотношения и определяется наличием и действием полифенолоксидазы и тирозиназы [141, 367].

Таблица 1.6 – Изменение активности ферментов в плодовых телах грибов в процессе хранения при температуре $2\pm 0,5$ °C/(мкл/ 10 г·мин)

Срок хранения, сутки	Аспартат-аминотрансфераза	Аланинаминотрансфераза	Амилаза	Гаммаглутаминтранспептидаза	Лактатдегидрогеназа	Щелочная фосфатаза
Опенок летний						
На начало хранения	273,448	1119,604	12,654	35,217	126,635	83,163
1	385,938	1142,945	7,363	48,184	234,688	77,786
2	432,45	1052,306	5,064	47,329	300,248	76,114
3	375,383	815,423	3,933	44,707	254,401	73,264
4	350,769	682,414	4,047	31,588	273,79	66,453
5	315,692	614,172	3,642	28,429	246,411	59,807
6	284,122	552,755	3,278	25,586	221,77	53,827
Опенок зимний						
На начало хранения	204,366	836,756	9,457	26,32	94,643	62,153
1	288,438	854,201	5,503	36,011	175,398	58,135
2	323,199	786,46	3,784	35,372	224,396	56,885
3	280,549	609,421	2,939	33,413	190,131	54,755
4	262,153	510,014	3,025	23,608	204,622	49,665
5	235,938	459,013	2,723	21,247	184,16	44,699
6	212,344	413,111	2,45	19,122	165,744	40,229
Кольцевик						
На начало хранения	158,312	648,192	7,326	20,389	73,315	48,147
1	223,438	661,705	4,263	27,896	135,872	45,034
2	250,366	609,23	2,932	27,401	173,828	44,066
3	217,327	472,087	2,277	25,883	147,285	42,416
4	203,077	395,082	2,343	18,288	158,51	38,473
5	203,077	395,082	2,343	18,288	158,51	38,473
6	182,769	355,574	2,109	16,459	142,659	34,626
Мейтаке						
На начало хранения	446,152	1826,722	20,646	57,459	206,615	135,687
1	629,688	1864,805	12,013	78,616	382,912	126,914
2	705,576	1716,92	8,262	77,221	489,878	124,186
3	612,467	1330,427	6,417	72,943	415,075	119,536
4	572,307	1113,412	6,603	51,538	446,71	108,423
5	515,076	1002,071	5,943	46,384	402,039	97,581
6	463,569	901,864	5,348	41,746	361,835	87,823

Одними из важных компонентов клетки гриба выступают углеводы. В большом числе исследований [210, 211, 212] рассматривается анализ содержания и качественного состава углеводов, входящих в состав гриба. Качественный состав углеводов культивируемых грибов изучен на примере шампиньонов. В научной литературе имеются немногочисленные сведения о суммарном содержании углеводов в шампиньоне: 3,2 % на сухую массу, 0,1 % – на сырую [285].

Установлено [97], что в шампиньонах содержатся (на сухую массу): глюкоза – до 0,15 %, трегалоза – до 1,4 %, лактоза – до 1,8 %, фруктоза – до 0,8 %, сахароспирт – маннит – до 7,5 %. Обнаружены: галактоза, гликоген, клетчатка (фунгин и гемицеллюлоза), ксилит, ламинарин, мальтоза, целлобиоза, гексозаны и пентозаны, хитин и мананы.

Ряд исследователей указывает на неравномерное распределение углеводов в плодовых телах шампиньонов (Рисунок 1.4) [97, 177].

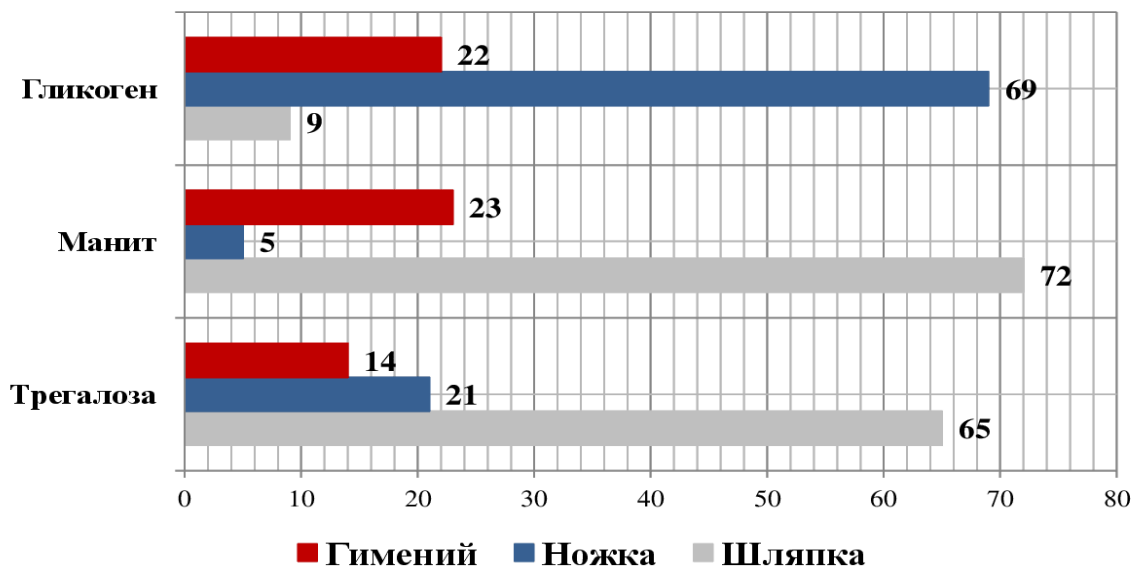


Рисунок 1.4 – Распределение некоторых углеводов

в различных частях плодового тела шампиньона, % на сухую массу

Анализ данных таблицы 1.4 показывает, что гимений шампиньона содержит гликогена и манита больше, чем трегалозы на 8 и 9 %, соответственно. В ножке превалирует содержание гликогена, по сравнению с содержанием манита на 64 %,

а трегалозы на 48 %. Шляпка богата манитом – 72 % и трегалозой – 65 %, гликогена в этой части гриба содержится наименьшее количество, всего 5 %.

В шампиньонах содержится β -глюкан [352]. Это один из наиболее стойких полисахаридов, входящих в состав клеточных стенок грибов. Клетчатки в шампиньонах находится – до 9,57 % (на сухую массу) [178, 411]. Объем хитина, компонента клеточной стенки, варьируется в пределах 2,3–5,6 % от общей сухой массы.

В плодовых телах грибов по большей части содержится сравнительно небольшое количество свободных углеводов – сахаров, ключевая основная часть которых относится к полисахаридам: гликогенам, хитинам, пищевые волокнам [305, 349, 362]. Проведенные исследования Н.В. Гончаровой [47] показали, что мицелий содержит большее количество пищевых волокон, чем плодовые тела. Р-глюканы, хитин, гемицеллюлоза и полиуронины представляют полисахаридную фракцию, которая составляет порядка 3 % на сухую массу [109, 178]. Согласно последним исследованиям производное хитина некоторых грибов – хитозан по своим свойствам близок к хитину ракообразных [43, 91, 112].

Информация об углеводном составе различных видов культивируемых грибов продемонстрирована на рисунке 1.5 и сведена в таблице 1.7 [134].

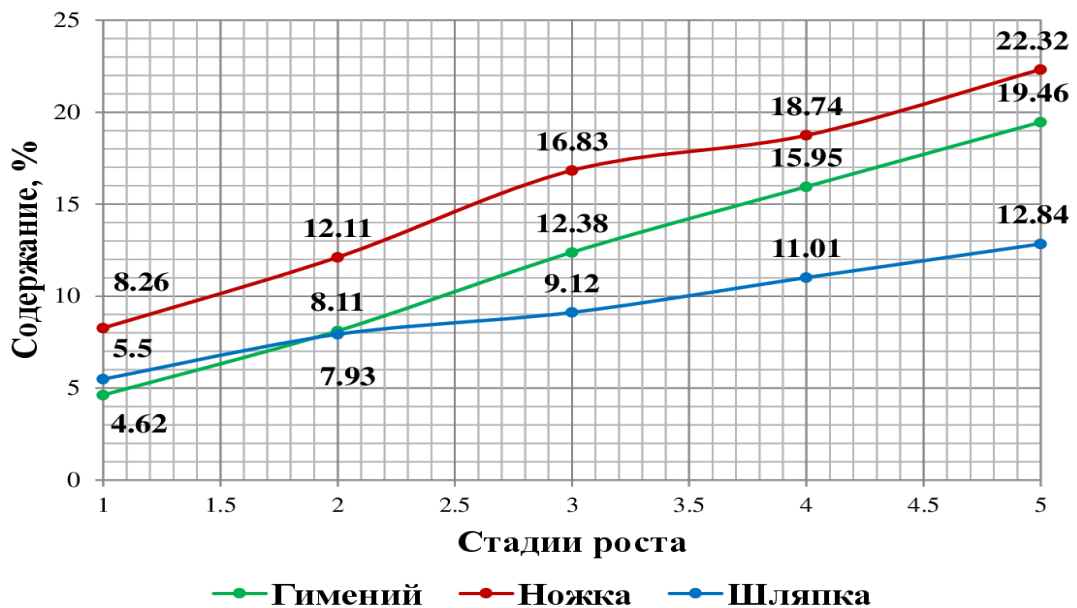


Рисунок 1.5 – Содержание свободных сахаров

в различных частях плодового тела вешенки, % на сухую массу

Таблица 1.7 – Состав углеводов в опятах зимних, % от абсолютной сухой массы [210]

Грибы	Углеводы в сумме	В частности				
		Сахара		Сахаро-спирты/ маннит	Гликоген	Клетчатка
		моносахариды	трегалоза/ лактоза			
Опенок зимний	20,4	0,48	1,52/1,20	6,58/4,70	0,72	6,50
Опенок летний	20,8	0,50	1,60/1,00	6,90/4,80	0,60	6,30

Согласно исследованиям Ш. Маммедова и Г. Аннаева [170], концентрация сахаров в шампиньонах определяется сортом, составом питательной среды и применяемой методикой культивирования. Плодовые тела в период открывающейся шляпки переходят от нормального углеводного обмена к образованию маннита, что резко снижает содержание сахаров.

В составе углеводных компонентов зимнего и летнего опенка преобладают глюкоза и галактоза. Помимо этих сахаров, у фламмулинов обнаружены маннит и трегалоза, уникальный для грибов сахар. Клетчатка грибов, присутствующая в обоих видах опят, характеризуется низкой усвояемостью, но при этом оказывает положительное воздействие на процесс пищеварения.

В составе зимнего опенка содержится фламмутоксин, представляющий собой гликопротеид (90 % протеина и 10 % сахаров). Полисахаридный остаток гликопротеина, представленный маннозой, может понижать кровяное давление и оказывать гемолитическое действие [206, 401]. Фламмутоксин представляет собой гликопротеид с молекулярной массой 22000 Да. Сахароспирты, содержащиеся в опятах, формируют качество и вкусо-ароматические параметры продуктов переработки грибов.

В кольцевике количественный и качественный состав углеводов иной (на сухую массу): глюкоза – до 0,13 %, трегалоза – до 1,05 %, лактоза – до 1,6 %, фруктоза – до 0,92 %, сахароспирт – маннит – до 7,67 %. Обнаружены также галактоза, клетчатка (фунгин), ксилит, гликоген, гексозаны и пентозаны, хитин, целлобиоза, мальтоза и маннаны по убыванию.

Грибы шиитаке содержат углеводы, общее количество которых вычисляется расчетным путем. В основном, простые, легко усваиваемые сахара представлены глюкозой и маннозой, а также маннитом – спиртом маннозы, играющим ключевую роль в метаболизме многих грибов [177]. Определенная доля всех углеводов в шиитаке представлена полисахаридами с различной длиной цепи [178].

Количество углеводов в грибе зависит от возраста: молодые плодовые тела отличаются большим количеством углеводов, чем старые [256]. Однако, такое количественное снижение может происходить и за счет глюкозы в нераскрытых шляпках шампиньонов. Для вешенки характерно накопление сахаров в различных частях плодовых тел вешенки: к примеру, нижняя часть ножек содержит маннит, мальтозу и глюкозу [177].

Состав свободных и связанных липидов [315] характеризуется наличием фосфолипидов, стерина и восков, что является ключевым различием между грибами и растительными организмами. В последних преобладают свободные липиды, составляющие 85–90 % от общего количества, где триглицериды выступают в качестве основной фракции (Таблица 1.8) [107].

Таблица 1.8 – Содержание жирных кислот в плодовом теле некоторых культивируемых грибов, % от суммы жирных кислот

Показатель	Жирные кислоты					
	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2
Вешенка	0,25	19,18	15,40	2,36	27,35	35,46
Шампиньон	0,08	14,05	5,75	4,15	6,82	69,15
Опенок летний	0,005	16,715	8,46	7,16	9,54	58,12
Опенок зимний	0,007	21,23	9,153	5,98	9,13	54,50
Кольцевик	0,01	13,91	7,57	8,13	7,95	62,43
Шиитаке	0,07	15,81	3,67	6,01	6,65	67,79
Мейтаке	0,23	16,15	3,04	2,99	5,18	72,41

Данные таблицы 1.8 о содержании жирных кислот в плодовом теле различных культивируемых грибов демонстрируют значительное разнообразие состава липидов, что может быть полезно для оценки их пищевой ценности и

потенциального применения в диетологии. Общий профиль жирных кислот включает насыщенные (C14:0, C16:0, C18:0) и ненасыщенные (C16:1, C18:1, C18:2) компоненты, где преобладают полиненасыщенные кислоты, такие как линолевая (C18:2). Суммарное содержание варьируется, но в большинстве случаев грибы характеризуются высоким уровнем полезных ненасыщенных жирных кислот, что делает их привлекательным источником в вегетарианской культуре и здоровом питании.

Среди анализируемых видов вешенка (*Pleurotus ostreatus*) выделяется сбалансированным составом: значительная доля олеиновой кислоты (C18:1, 27,35%) и линолевой (35,46%), с умеренным содержанием пальмитиновой (C16:0, 19,18%). Это указывает на потенциал вешенки как источника моно- и полиненасыщенных жиров, полезных для сердечно-сосудистой системы. В отличие от нее, шампиньон (*Agaricus bisporus*) имеет экстремально высокое содержание линолевой кислоты (69,15%), что делает его лидером по полиненасыщенным жирам, но с низким уровнем олеиновой (6,82%) и миристиновой (C14:0, 0,08%). Такой профиль подчеркивает шампиньон как гипоаллергенный продукт с акцентом на омега-6 кислоты.

Опенки летний (*Kuehneromyces mutabilis*) и зимний (*Flammulina velutipes*) показывают схожие тенденции: доминирование линолевой кислоты (58,12% и 54,50% соответственно), с повышенным содержанием стеариновой (C18:0) в летнем варианте (7,16%). Кольцевик (*Stropharia rugoso-annulata*) близок к ним по линолевой доле (62,43%), но с более равномерным распределением насыщенных кислот. Шиитаке (*Lentinula edodes*) и мейтаке (*Grifola frondosa*) также богаты линолевой кислотой (67,79% и 72,41%), с минимальным содержанием миристиновой (0,07% и 0,23%), что подчеркивает их ценность для снижения холестерина.

В целом, анализ выявляет тенденцию к преобладанию ненасыщенных жирных кислот во всех видах, а мейтаке как наиболее богатым полиненасыщенными компонентами. Смесь ненасыщенных жирных кислот

(линолевой и линоленовой) относятся к незаменимым и иногда раньше называли витамином F [154, 194].

Как указывает Е.В. Макарова, «содержание липидов в плодовых телах колеблется от 1,0–6,9 % на абсолютно сухую массу. Жирнокислотный состав липидов вешенки довольно разнообразен и по соотношению ненасыщенных и насыщенных жирных кислот он сходен с составом масел растительного происхождения» [169, с. 24].

На качественный состав жирных кислот грибов возраст последних влияет незначительно.

Для этапа хранения грибной продукции характерно прохождение всевозможных окислительных процессов в плодовых телах грибов. Ряд научных работ затрагивает тему перекисного липидного окисления, акцентируя внимание на формировании токсичного малонового диальдегида [66].

Содержание липидов в шампиньонах варьируется в широком диапазоне – от 0,7 % до 21,1 % (в расчете на сухую массу). При этом приблизительно половину от общего объема липидов составляет нейтральный жир.

У шампиньонов жир состоит из насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных кислот, при преимущественном содержании последних (более 50 % от общей суммы жирных кислот). Содержание жиров в зимнем опенке невелико – порядка 2÷5,8 % к сухой массе, еще менее их в опятах летних – 1,2 %, 13 % [393]. Гриб «шиитаке» отличается сравнительно малым содержанием липидов (1,1–8,3 % от сухой массы), состоящих из свободных жирных кислот, моноглицеридов, фосфолипидов, стероидов и т. д.

Пищевая ценность грибов определяется и их минеральной ценностью, которая исследована рядом авторов [15, 17, 28, 40].

Минеральный состав для отдельных видов культивируемых грибов представлен в таблице 1.9 [28].

Приведенные данные демонстрируют значительные различия в минеральном составе различных культивируемых грибов, что подчеркивает важность выбора конкретного вида гриба для достижения желаемого

питательного эффекта. Различия касаются как макроэлементов (калий, фосфор, натрий, кальций, магний), так и микроэлементов (железо, медь, цинк, марганец, селен).

Таблица 1.9 – Содержание минеральных веществ (усредненное) в плодовых телах некоторых культивируемых грибов, г/100г сухой массы

Компонент	Показатель						
	Вешенка	Шампиньон	Опенок летний	Опенок зимний	Кольцевик	Шиитаке	Мейтаке
Макроэлементы, г/100г сухой массы							
Калий	3,793	4,25	2,86	3,95	14,0	2,10	3,8
Фосфор	1,8	1,245	1,04	0,17	0,8	0,76	0,94
Натрий	0,50	0,62	0,42	0,38	0,57	0,55	0,72
Кальций	0,155	0,098	0,13	0,19	0,22	0,64	0,31
Магний	0,363	0,11	0,72	0,30	0,17	0,19	0,29
Микроэлементы, г/100г сухой массы							
Железо	0,153	1,65	2,83	1,89	0,825	1,57	1,94
Медь	0,002	0,018	0,055	0,144	0,012	0,52	0,036
Цинк	0,0064	0,054	0,45	2,56	7,5	9,2	0,98
Марганец	0,0025	0,015	0,022	0,09	0,215	2,1	1,05
Селен	0,0003	0,001	0,003	0,001	0,0054	0,048	0,032

Особенно выделяется кольцевик по содержанию калия (14,0 г/100г сухой массы), значительно превосходя все остальные виды. Шампиньоны и вешенки демонстрируют относительно высокие показатели по калию и фосфору, в то время как опенок зимний характеризуется низким содержанием фосфора. Шиитаке выделяется повышенным содержанием кальция по сравнению с другими видами.

В группе микроэлементов наблюдаются еще более выраженные различия. Опенок летний и зимний, а также шиитаке содержат существенно больше железа, чем вешенка. Зимние опять характеризуются высоким содержанием минеральных веществ, включая калий (K), кальций (Ca) и фосфор (P), с общей концентрацией 7–8 %. Кроме того, в них присутствует широкий спектр микроэлементов. Преобладающим макроэлементом грибов является калий, за ним следует фосфор, а далее – магний.

Медь в больших количествах присутствует в шиитаке и опенке зимнем. Рекордсменом по содержанию цинка является шиитаке, а за ним следует кольцевик. Значительное количество марганца обнаружено в шиитаке и мейтаке.

Кольцевики отличаются высоким содержанием калия и фосфора, а также железа, марганца, молибдена, кобальта, меди и цинка. Примечательно, что 100 граммов сушеных плодовых тел кольцевика могут полностью покрыть суточную потребность взрослого человека в калии ($1,5 \div 2,5$ мг на 1 кг веса тела человека) и железе ($10,0 \div 30,0$ мг в сутки) и наполовину – в фосфоре ($1,2 \div 1,6$ г в сутки), цинке ($10,0 \div 15,0$ мг в сутки), марганце ($2,5 \div 5,0$ мг в сутки), молибдене ($100,0 \div 300,0$ мкг в сутки) и кобальте ($50,0 \div 200,0$ мкг в сутки).

Установлено, что культивируемые грибы содержат калий в количествах более чем в $20 \div 40$ раз, превышающее содержание их в почве. Условия выращивания (субстрат) и возраст определяет для грибов количество содержащейся в них золы. Зола распределяется по частям плодового тела также неровно [280]. Фосфор, кальций, натрий, магний и калий составляет основную массу золы [60].

Спектрографическими и атомно-абсорбционными методами анализа в составе золы плодовых тел шиитаке обнаружено свыше 30 различных минеральных элементов, включая отдельные редкоземельные металлы, такие как Ge, Li, V, Zr и др. [238]. Исследованию минерального состава грибов шиитаке посвящено много экспериментальных работ, результаты которых рассматриваются в разных аспектах [5]. Обсуждаются, например, вопросы видовой специфики биологического поглощения грибами шиитаке отдельных элементов [259] и их роль в метаболизме грибов.

Большое внимание уделено вопросам токсикологии в связи с необходимостью контроля содержания ионов свинца, ртути, кадмия, висмута и радионуклидов, учитывая их токсическое действие на организм человека [65, 69, 201].

Значимые для питания человека макроэлементы, такие как K, P, Na, Ca, Mg, достигают 70 % от общей массы золы шиитаке [278].

Пропорции состава элементов у шиитаке и мейтаке очень индивидуальны – 50 % всего количества минеральных веществ у шиитаке приходится на железо (1,57 г/100 г сухой массы), следующим идет цинк (9,2 г/100 г сухой массы), затем калий – 6,6 % (2,1 г/100 г сухой массы) и марганец – 6,6 % (2,1 г/100 г сухой массы). Эта же тенденция наблюдается и у мейтаке.

Содержание золы зависит также от качества субстрата выращивания и штамма грибов [62, 86]. В составе золы культивируемых шампиньонов содержится (мг/кг сырой массы): калия – 250÷600, фосфора – 84÷165, магния – 7÷15, кальция – 4÷15, натрия – 2,8÷9,5, железа – 0,3÷3, марганца – 0,1÷0,2. В высокопродуктивных штаммах, выращенных на обогащенных субстратах, калия содержится 0,07÷1,3 %, фосфора – 0,02÷0,05 % на сухую массу. В шампиньонах обнаружены (мг/кг сырой массы): рубидий – 26, йод – 19, кобальт – 15, молибден – 3, фтор – 14 и хром – 13 [283]. В дикорастущих шампиньонах определены цинк, никель, медь, мышьяк [67, 68, 84, 347].

Разные виды грибов имеют разные специфические вкусы и запахи, которые формируются сочетанием большого количества летучих веществ (спирты, альдегиды и т.п.), и наличием в качестве компонентов нелетучих веществ – нуклеотидов (гуанозина-5-монофосфата, 5'-AMP, 5'-CMP, 5'-UMP и др.) и множества минорных производных метаболизма углеводов и аминокислот, многие из которых идентифицированы [17, 22, 79]. Установлено, что запах культивируемым грибам придают такие вещества, как щавелевалериановый альдегид, ацетальдегид, бензальдегид, этилбутилкетон, метилциклогексан, лентионинол и др. Высказано предположение, что они образуются при распаде рибонуклеиновой кислоты. Аминокислоты, сахара и некоторые другие органические соединения способствуют усилению запаха [100, 173, 242].

Таким образом, анализ научных работ по химическому составу культивируемых грибов показывает, что отечественными и зарубежными исследователями изучены азотистые, преимущественно белковые соединения, отдельные компоненты углеводного комплекса и жиров, органические кислоты, витамины, минеральные и другие биологически активные вещества.

Химический состав грибов кардинально отличается от других продуктов растительного и животного происхождения, что обусловлено их уникальной биологической природой. Грибы, принадлежащие к отдельному царству *Fungi*, занимают промежуточное положение между растениями и животными, и их химический состав отражает эту особенность.

Одним из ключевых отличий является наличие хитина – полисахарида, формирующего клеточные стенки грибов. У растений роль клеточной стенки выполняет целлюлоза, а у животных хитин присутствует лишь в экзоскелетах насекомых и ракообразных. Хитин придает грибам прочность и упругость, а также играет важную роль в их взаимодействии с окружающей средой.

Содержание белка в грибах значительно выше, чем в большинстве овощей и фруктов, и сопоставимо с содержанием белка в некоторых продуктах животного происхождения. Однако аминокислотный состав грибного белка отличается от животного: в нем меньше незаменимых аминокислот, таких как триптофан и метионин. Тем не менее, грибы являются ценным источником белка, особенно для вегетарианцев и веганов.

Грибы содержат широкий спектр витаминов, они богаты витаминами группы В, особенно рибофлавином (В₂) и ниацином (В₃), Минеральный состав грибов также разнообразен и включает калий, фосфор, железо, цинк и селен.

Содержание углеводов в грибах относительно невелико по сравнению с большинством растительных продуктов. Основными углеводами являются гликоген (запасное питательное вещество) и трегалоза (сахар, обладающий антиоксидантными свойствами). В отличие от растений, грибы не содержат крахмал. Жиры в грибах представлены в небольшом количестве и в основном состоят из ненасыщенных жирных кислот.

Данные об изменении химического состава грибов в зависимости от стадии развития немногочисленны; обменные процессы изучены недостаточно и направлены, в основном, на установление ферментов, катализирующих определенные превращения.

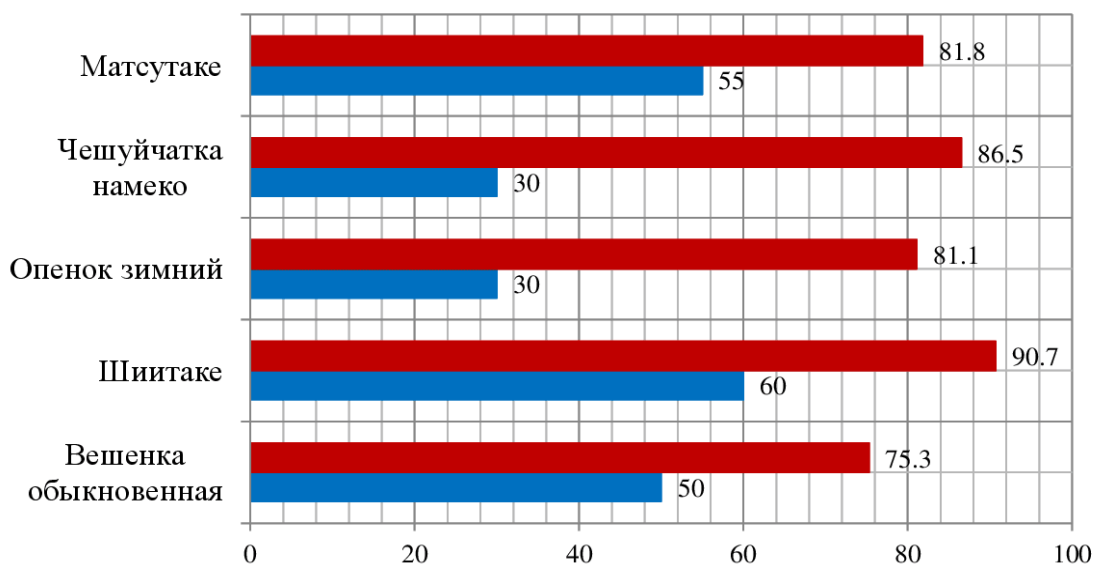
1.2 Лечебно-профилактические свойства отдельных видов культивируемых грибов

Особая роль селена как важного фактора поддержания здоровья и антиопухолевого агента рассматривается в ряде работ [222, 320]. Установлено, что его содержание в грибах шиитаке может составлять от 0,02 до 0,093 мг/кг сухой массы плодовых тел, а в грибах мейтаке – от 0,02 до 0,076 мг/кг сухой массы плодовых тел. Селен был обнаружен в плодовых телах шиитаке и мейтаке при интенсивном культивировании этих видов [222]. Тот факт, что селен имеет противоопухолевые свойства в сочетании с хорошо известной способностью грибов шиитаке накапливать этот и другие микроэлементы из субстрата или жидкой среды позволил ряду авторов предположить, что селен-обогащенные культивируемые грибы шиитаке могут занять особую нишу среди функциональных пищевых продуктов и специальных пищевых добавок как важные источники «органического» селена [41, 42].

Отмечено [393], что применение в пищу грибов способствует регулированию кровяного давления, тормозит развитие атеросклероза и дегенерацию сосудов, излечивает гепатит, гастрит, язву и другие болезни желудочно-кишечного тракта, повышает иммунитет, нормализует кровь, выводит избыток свободных радикалов из организма [17].

В плодовых телах культивируемых грибов содержится ряд ценных веществ, помогающих в борьбе со многими заболеваниями [282]. Так, известен ряд публикаций, в которых обосновывается применение культивируемых грибов для профилактики и лечения онкологических, ВИЧ и других инфекционных и гормональных заболеваний [4, 11, 12, 20, 356, 357, 376, 381, 387, 400, 408].

Из рисунка 1.6 видно, что наилучшие результаты по относительным показателям противоопухолевой активности показал шиитаке, немного уступает ему вешенка. Данные подтверждены многолетними исследованиями, которые посвящены изучению биологически активных веществ в лекарственных грибах, имеющие иммуномодулирующие свойства [371].



■ Уровень сдерживания роста опухолей, % ■ Случай излечения, %

Рисунок 1.6 – Показатели противоопухолевой активности (степень сдерживания роста опухолей и случаи излечения) съедобных грибов, %

Исследованиями и практикой доказано, что водные вытяжки из агариковых и трутовых грибов можно использовать для лечения органов пищеварения, щитовидной железы, и при облучениях [191].

Сухой экстракт опенка зимнего широко используется при лечении заболеваний сердечно-сосудистой системы, печени, желудка и кишечника. Из плодовых тел зимнего опенка выделен фламмутоксин, который может понижать кровяное давление и оказывать гемолитическое действие. В присутствии ионов кальция в физиологической концентрации гемолитическое действие фламмутоксина снижается. В опытах на животных показано его противораковое действие [15, 403].

Культуральная жидкость мицелия зимнего опенка эффективно снижает содержание в крови холестерина. Действующее вещество представляет собой смесь низкомолекулярных соединений. Из мицелия зимнего опенка при выращивании в глубинной культуре выделен гликопротеин (proflamin) опенка зимнего, который характеризуется противоопухолевым действием. При пероральном введении 10 мг/кг гликопротеина опенка зимнего процент

эффективности лечения достигал 84÷86 %. Гликопротеин не оказывал поражающего действия на культивируемые клетки, не отмечены также токсичность и побочное действие гликопротеина *Flammulina vejitipes* [403].

Горячий водный экстракт из опенка зимнего оказывает предупреждающее действие на развитие рака легких. Его действующими веществами являются полиозы с молекулярной массой от 15 до 50 кДа [364].

Степень противоопухолевой активности полиоз *Flammulina vejitipes* зависит от молекулярной массы, от степени разветвленности углеводородных цепей и растворимости в воде. Чем больше молекулярная масса, тем сильнее проявляется противоопухолевой эффект, который не прямо пропорционален дозировке [244, 245]. Большая дозировка не обязательно дает наилучший эффект. Методом ядерно-магнитного резонанса установлено, что молекулярная структура данных полиоз имеет три цепи и право-вращательную изомерную форму [312].

Наряду с полиозами противораковое действие оказывают гликопротеины опенка зимнего, которые включают в себя С – 41,39 %, Н – 6,92 %, N – 3,82 %, сахаров – 70 %, протеины – 30 %. Протеин состоит из 16 аминокислот [28]. Основными сахарами являются глюкоза – 18,9 %, галактоза – 44,9 %, манноза – 23,2 %, ксилоза – 2,4 %, рабиноза – 10,6 % [146, 401].

В экспериментальных исследованиях ученых было установлено, что полисахариды мейтаке прекращают рост и препятствуют возникновению новых раковых клеток, что не позволяет начать формироваться новым опухолям в организме. Эти вещества разрушают вирус иммунодефицита человека (ВИЧ) [264, 374, 378, 402], стимулируют активность защитных клеток организма Т-лимфоцитов и CD4-клеток [160, 169, 248, 249, 250–252, 263]. Так, D-фракция мейтаке имеет очень выраженный противоопухолевый эффект. Исследователи это связывают с повышенной выработкой интерлейкина, который увеличивает цитотоксическую активность макрофагов [95].

Полученные результаты позволяют утверждать, что D-фракция оказывает воздействие на опухоль, активируя различные иммунные исполнительные клетки (макрофаги, натуральные клетки-киллеры, CTL и т. д.), которые активно

подавляют различные опухолевые клетки путем потенцирования клеток-лимфокинов.

X-фракция мейтаке, как было показано при клинических исследованиях, устойчиво нормализует в крови уровень сахара и чувствительность клеток поджелудочной железы к инсулину, что является очень важным при сахарном диабете [269].

Ученые, которые исследовали мейтаке [246], смогли выделить, 4 механизма действия мейтаке, которые позволяют противостоять раку, а именно мейтаке: защищает здоровые клетки; предотвращают метастазирование опухолевых клеток; убедительно замедляет или совсем останавливают рост опухолей; работает вместе с препаратами для химиотерапии, чтобы уменьшить их побочные эффекты [49].

Базидиальные грибы содержат комплекс биологически активных веществ, причем природа этих метаболитов различна [265, 379]. Они относятся как к биополимерам, так и к низкомолекулярным соединениям. Так, глюканы, как комплексы с белками, способны воздействовать на иммунную систему, оказывая противоопухолевое, противовирусное, антибактериальное, противогрибковое, противоаллергическое действие, регулировать кровяное давление и содержание сахара в крови [365, 391]. В тоже время один вид базидиомицетов служит источником сразу нескольких биологически активных веществ [8, 9, 35, 147, 226, 247, 248, 254, 321, 322].

Установлено, что в одном виде грибов имеются несколько биологически активных веществ, которые проявляют противоопухолевую активность [247, 304]. При этом считается, что наибольшей активностью обладает полисахарид β -глюкан, механизм взаимодействия которого с иммунной системой человека тщательно изучается [45]. Определено, что эффективность действия β -глюкана возрастает с уменьшением дозы и увеличением периода приема [36, 46].

В последнее время внимание исследователей направлено на создание комбинированных грибных препаратов, которые характеризуются широким спектром биологического действия [361, 396]. В качестве составляющих таких

препаратов используют меланин- и полисахаридсинтезирующие вещества, которые проявляют иммуномодулирующие, радиопротекторные, противоопухолевые, противотуберкулезные и другие свойства [31, 285, 300, 314].

Так, практикой доказано, что белые грибы, содержащие алкалоид герцинин, обладают тонизирующими свойствами, отвар из них рекомендуется для лечения стенокардии и сердечной недостаточности, а отдельные компоненты отличаются противоопухолевой активностью [31, 175].

В Австрии для лечения желудочно-кишечного тракта и щитовидной железы используют различные виды опят, поскольку они содержат вещества, усиливающие деятельность органов пищеварения [31].

В отдельных видах трубчатых (подберезовики и подосиновики), пластинчатых (рыжики) и в других мало распространенных грибах найдены антибиотики, губительно действующие на многие болезнетворные микроорганизмы, в том числе на туберкулезную палочку [31].

В шампиньонах выявлено наличие агаридоксина [384], соединения, обладающего антибактериальными свойствами, а его употребление способствует уменьшению уровня холестерина. Грибные комплексы, в частности, включающие вешенку обыкновенную, используются для детоксикации организма от радионуклидов [170]. Их применяют в комплексной терапии диабета, гипертонии, тромбоза и атеросклероза, часто возникающих из-за избыточного потребления мучной и жирной пищи.

В шампиньонах обнаружен также полисахарид – β -глюкан, обладающий сильно выраженным противоопухолевым действием [170, 221].

Грибы, как и любые другие продукты питания, могут иметь ряд недостатков и рисков для здоровья при употреблении в пищу. В зависимости от условий грибы могут накапливать значительно больше зольных элементов, в том числе тяжелых и радиоактивных [145]. Некоторые из тяжелых металлов могут обладать способностью катализировать предшественники до нитрозосоединений. Способность нитрозосоединений вызывать опухоли разных органов у животных свидетельствует об опасности этих соединений для людей [221]. Содержание и

накопление канцерогенных N-нитрозо-аминов (НА) и их предшественников считается одним из основных критериев оценки доброкачественности продуктов [145]. В шампиньонах обнаружены НА в количестве 1,2÷4,8 мкг на кг сухой массы [170]. В том числе следует выделить и такие проблемы, как накопление микотоксинов в грибах, аллергические реакции, риск контаминации при культивировании.

1.3 Характеристика способов хранения свежих грибов и их изменения при хранении

Основными направлениями обеспечения сохраняемости продовольственных товаров и сокращения их товарных потерь являются разработка и внедрение инновационных технологий хранения, управление сохраняемостью на основе принципов безопасности, руководствуясь которыми были в дальнейшем применены основные способы переработки и хранения грибов: замораживание и сушка грибов [110, 213].

Основные риски, возникающие при хранении грибной продукции, связаны с недостаточным развитием инфраструктуры хранения:

– в связи с сезонностью производства грибов как свежих, так и переработанных возникает необходимость в их длительном хранении до следующего сбора урожая. Для подобного рода сырья первостепенное значение имеет не только процесс выращивания, но и обеспечение сохранности продукта, а также его своевременная транспортировка до предприятий переработки или непосредственного потребителя;

– значительные убытки, возникающие при хранении грибной продукции, ведут к уменьшению объема реализуемой продукции и росту материальных и денежных издержек. Это, в свою очередь, приводит к увеличению стоимости товаров после хранения, что может ограничить их экономическую доступность для уязвимых групп населения и негативно повлиять на продовольственную безопасность государства.

Кроме того, в процессе хранения грибы могут частично или полностью потерять свои потребительские свойства и стать опасными для употребления;

– значительные расходы на поддержание качества грибной продукции могут быть связаны с применением не самых эффективных способов хранения и изношенного оборудования.

Эксплуатация устаревшей инфраструктуры влечет за собой повышенные издержки на поддержание необходимых температурных и санитарных норм при хранении продукции, что, вместе с ростом потерь, приводит к увеличению стоимости и снижает экономическую доступность для потребителя;

– свежие грибы обладают ограниченным сроком годности, что при несоблюдении которого может возникнуть их порча и, как одно из следствий, загрязнение окружающей среды из-за микробиологического и физиологического поражения. Утилизация таких испорченных продуктов является причиной техногенного загрязнения [5, 6, 7];

– неспособность компенсировать потребителями увеличенные издержки хранения приводит к тому, что производство становится убыточным. Это, в свою очередь, вызывает его сокращение и ставит под угрозу разорения организации, хранящие грибы [157];

– продолжительное хранение приводит к ухудшению потребительских свойств грибов, что создает препятствия для обеспечения населения продуктами полноценного состава;

– неспособность обеспечить надлежащее хранение грибной продукции приводит к утрате ее безопасности, что делает невозможной ее продажу и влечет за собой изъятие из торговой сети.

Стратегические задачи хранения определены нами на основе принципов ХАССП (Рисунок 1.7).

Основные принципы безопасности в сфере производства и переработки пищевой продукции определены введенной системой ХАССП. Методы хранения, не вошедшие в данную классификацию, рассматриваются в целях определения и обоснования оптимального способа хранения грибной продукции.

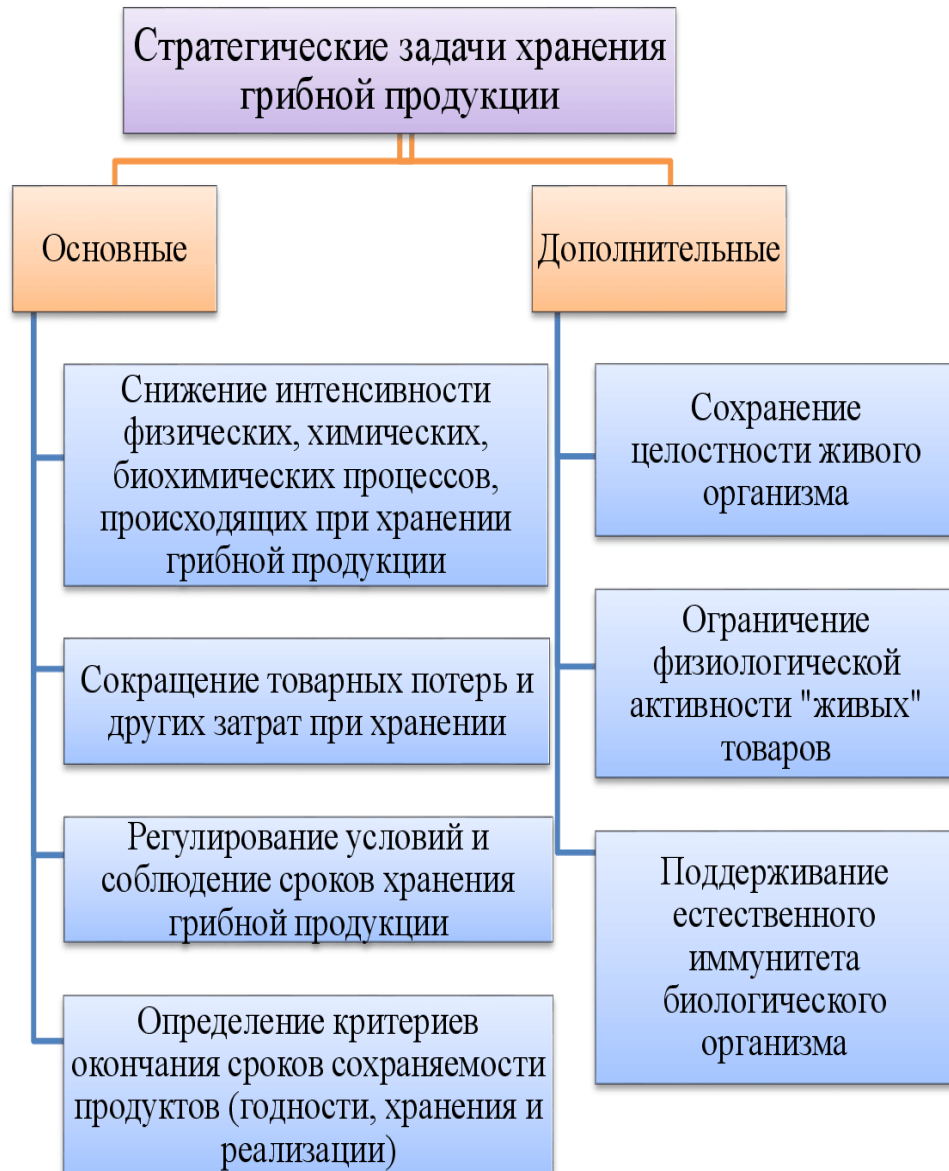


Рисунок 1.7 – Стратегические задачи хранения грибной продукции на основе принципов ХАССП

Свежие дикорастущие и культивируемые грибы как белковый продукт со значительным содержанием влаги, высокой интенсивностью дыхания и активностью ферментов [39], не пригодны для длительного хранения. Ряд авторов указывают, что при высоких плюсовых температурах (20 °С и выше) дикорастущие и культивируемые грибы после сбора следует хранить не более 2÷14 часов [240]. Другими исследователями для культивируемых шампиньонов установлены сроки хранения в этих условиях до 18 часов [239].

Основной целью всех способов хранения является удлинение его срока путем снижения активности протекания биохимических и микробиологических процессов, в результате чего старение (перезревание) и порча грибов наступает позже (Рисунок 1.8) [28].

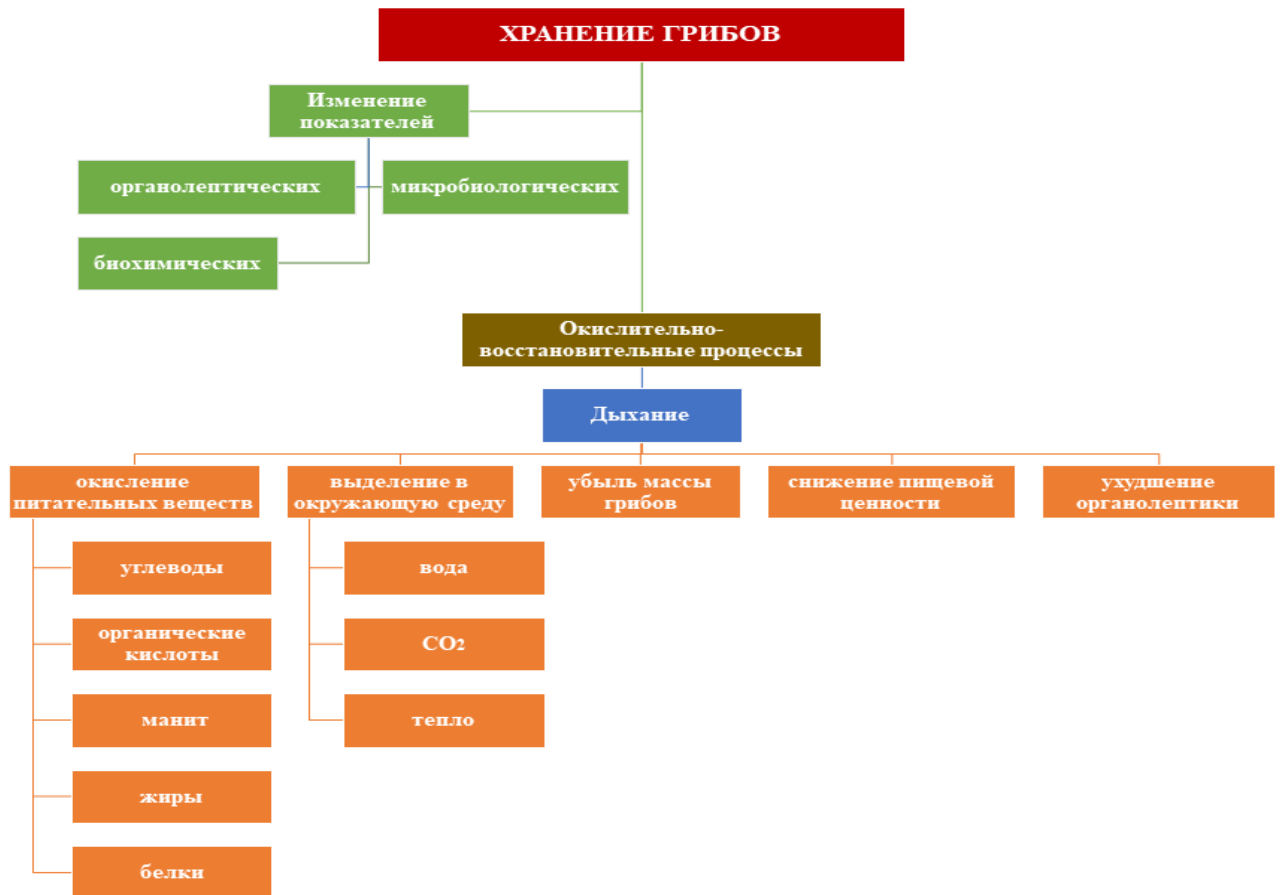


Рисунок 1.8. – Основные процессы, происходящие в грибах при хранении

Благоприятная среда для размножения микроорганизмов приводит к разрушению грибных продуктов. Следовательно, основные предпосылки для полной сохранности грибной продукции заключаются в определении оптимальных временных рамок и температурно-влажностного режима хранения грибов, что явилось одной из задач данного исследования [179]. Как видно из рисунка 1.10, затраты накопленных при выращивании грибов пластических веществ, расходуемых на дыхание, и при хранении грибной продукции приводят к естественной убыли массы свежей продукции. Интенсивность данных процессов возрастает с увеличением температуры хранения [39].

Для удлинения срока хранения грибов необходимо их охлаждать, причем быстрое охлаждение грибов после сбора позволяет замедлить анатомо-морфологические процессы раскрытия шляпок грибов, потемнения спороносных пластинок и появление темных пятен на местах повреждений кожицы. Естественные потери связаны и со скоростью отвода тепла от плодовых тел, и с температурой и ее регулированием.

Самым распространенным способом хранения грибов является холодильное. Фактор воздействия низких положительных температур зачастую используется и для усиления позитивного эффекта в других, применяемых для свежей плодоовощной продукции способах, таких, как хранение в условиях измененной газовой среды (регулируемой – РГС, модифицированной – МГС, биологического вакуума) [257].

При хранении в условиях РГС и МГС достигается больший эффект. Это обусловлено тем, что кроме температурного фактора используется и фактор измененного газового состава воздуха.

Наиболее изученным является холодильное хранение шампиньонов. Исследованиями ряда авторов доказано, что температура $2\div 4$ °С обеспечивает сохранение качества шампиньонов белой расы до 2-х суток, [176, 180], а кремовой и коричневой рас – до 3-х суток, после чего они начинают терять свои товарные свойства.

При температуре $0\div 2$ °С срок хранения увеличивается до 3-х суток для шампиньонов белой расы и до 4-х суток – для кремовой и коричневой рас [176].

Грибы после отделения от мицелия характеризуются высоким уровнем дыхания и высокой активностью ферментов [232]. Естественно, что при хранении они выделяют тепло и влагу в окружающую среду. Потери массы грибов колеблются в пределах 4,5–2,5 %, в зависимости от упаковки, а иногда потери массы могут достигать и 0,9 % в сутки [180].

В ГОСТ 31916–2012 (ISO 7561:1984. MOD) «Грибы. Шампиньоны культивируемые свежие. Руководство по хранению в холодильниках и транспортированию в рефрижераторах», который был введен 01.01.2014,

рекомендуемый срок хранения грибов при температуре от 0 °С составляет 4–5 суток, а при температуре 5 °С грибы хранят 2–3 суток с момента сбора.

Поскольку даже температура 0÷4 °С не позволяет сохранить качество свежих грибов в течение длительного периода, то ведутся исследования по хранению шампиньонов в регулируемой газовой среде, под разряжением с применением газообразного азота и облученных гамма-лучами [240].

Способ хранения в условиях РГС основан на том, что в газовой среде, окружающей продукцию, искусственно создают содержание CO_2 выше и O_2 ниже, чем в обычной атмосфере. В растительной продукции, хранящейся в такой среде, тормозится интенсивность дыхания, замедляется созревание и перезревание, повышается устойчивость к фитопатологическим и физиологическим болезням, меньше расходуется сухих веществ на процесс дыхания, продукция меньше теряет влаги [39, 355, 388].

При хранении шампиньонов при низких положительных температурах в РГС, содержащей 5 об. % CO_2 и 0,1 об. % O_2 , срок их хранения возрастает в 8÷9 раз, по сравнению с обычным холодильным хранением [239]. Данный способ для хранения грибов не используется из-за высоких финансовых вложений на его осуществление и невозможности их окупить за короткие сроки, характерные для сохраняемости товарного качества данного вида продукции.

При хранении продукции в условиях МГС (в пленочных контейнерах с газообменными вставками и в пакетах из полимерных материалов) газовый состав окружающей среды создается не искусственно, а в результате естественных процессов – поглощения O_2 и самонакопления CO_2 при дыхании грибов в ограниченном пространстве [39]. Опубликованные данные по составу модифицированной газовой среды, способствующей сохраняемости шампиньонов, не однозначны. По одним данным [183], культивируемые шампиньоны лучше сохраняются в условиях МГС при содержании CO_2 – 4,1 % и O_2 – 15 %, при этом срок хранения удлиняется при низкой положительной температуре до 8 суток для грибов белой расы и до 15 суток – для грибов кремовой и коричневой рас (т.е. в 2÷3 раза, по сравнению с обычным

холодильным хранением) в зависимости от степени их зрелости и объема расфасовки. По другим данным, оптимальный газовый состав – CO_2 – 2÷2,5 % и O_2 – 9 % [235]. Такие различия в концентрации газов и сроках хранения, по мнению исследователей, обусловлены разными расами грибов, особенностями их химического состава и скоростью протекания биохимических процессов. Из этого следует, что оптимальный газовый состав для хранения различных рас и штаммов шампиньонов требует уточнения.

Хранение грибов в условиях модифицированной газовой среды (МГС) для грибов более предпочтительно с технологической и с экономической точек зрения.

При практической реализации способа МГС для хранения грибов используются различные пленочные полимерные материалы: полиэтилен, пластифицированный поливинилхлорид, ориентированный полипропилен, полиамид, сополимер этилен-винилацетат. Подбор газопроницаемых материалов для создания оптимального газового состава МГС с учетом интенсивности протекающих биохимических процессов при хранении разных рас и штаммов шампиньонов, их разной массы в упаковках, достаточно трудоемок.

Аналогичный эффект может быть достигнут при использовании упаковок из непроницаемых материалов с перфорациями на крышке и боковых стенках. Поэтому для сохранения качества и снижения потерь массы шампиньонов важное значение имеет выбор вида упаковки [82].

Есть данные, что оптовая реализация шампиньонов осуществлялась в стандартной открытой деревянной и полимерной лоточной таре (массой нетто до 5 кг), в розничной торговле – в картонных пачках, полиэтиленовых коробках и пакетах [61]. В Российской Федерации производители реализуют шампиньоны в дощатых или полиэтиленовых ящиках по 8÷12 кг [60].

В розничной торговле их расфасовывают в складные картонные коробки по 0,4 кг и обандероливают перфорированной полипропиленовой лентой [58], упаковывают в пакеты из крафт-бумаги и полиэтиленовые с подложкой из стрейч-пленки [61].

Сроки хранения грибов по ТУ Р 9735-001-59339550-02 «Грибы свежие культивируемые» не должны превышать: без искусственного охлаждения – одни сутки, а при температуре от 0 до 4 °С – 5 суток. Однако, дополнительные факторы, способствующие этому, не указаны, за исключением относительной влажности воздуха, которая должна быть не ниже 85 %. Это приводит к расхождениям по срокам хранения шампиньонов со стандартами других стран [239].

В странах дальнего зарубежья для расфасовки и хранения шампиньонов используют упаковки, изготовленные из разных материалов [77]. В США и Канаде шампиньоны расфасовывают в полиэтиленовые пакеты от 0,25 до 0,5 кг или картонные коробки до 2,5 кг [257]. Используют, к примеру, коробки из полиэтилена и полистирола, иногда корзины из дранки вместимостью 1,5÷3,0 кг, обандероленные пленкой, и хранят при температуре 4 °С [257], а шампиньоны, обработанные растворами аскорбиновой или лимонной кислот разных концентраций, хранят при 4 °С и 20 °С в различной упаковке сроком до 6 суток [257].

От упаковки и влажностно-температурного режима хранения зависят напрямую и сроки хранения культивируемых грибов [274].

Научным исследованиям сохраняемости шампиньонов отечественными учеными уделяется недостаточно внимания и связаны они, преимущественно, с селекцией штаммов и повышением урожайности. Немногим лучше обстоит дело с изучением вопроса хранения вешенки [85].

В случае хранения гриба «вешенка» без упаковки повышенные потери массы и сухих веществ (35÷58 %) наступают к исходу 3 суток, предположительно, как итог высокой интенсивности дыхания и испарения влаги [85].

На рисунке 1.9 представлены максимальные и минимальные показатели потерь сухого вещества некоторых свежих культивируемых грибов при хранении при разных температурах [274].

Выявлено, что количество сухих веществ в плодовых телах вешенки уменьшается в течение пяти дней хранения.

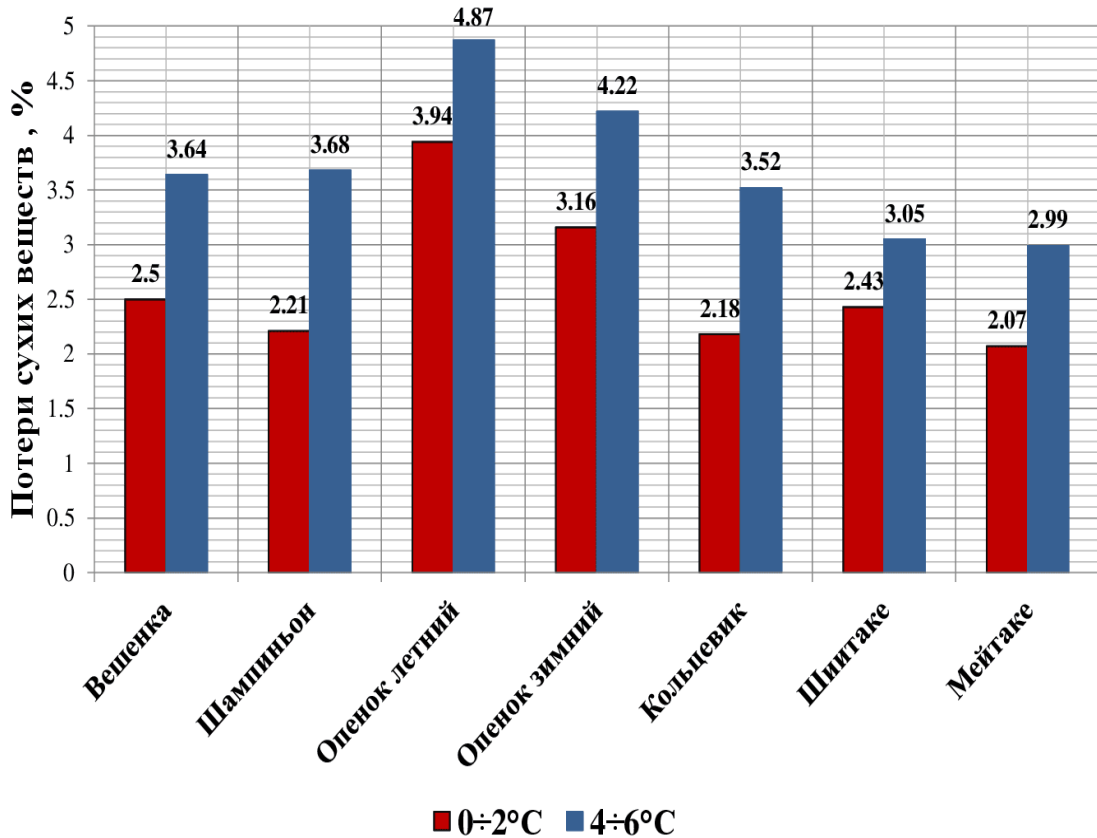


Рисунок 1.9. Предельные значения уменьшения массы сухих веществ отдельных культивируемых грибов в зависимости от температуры хранения

Установлено, что поддержание температуры от 0 до 2 °С позволяет свести к минимуму потери, составляющие около 2,5 % от исходного содержания сухого вещества, максимум потерь в 3,64 % наблюдается при температуре 4÷6 °С – к 5 суткам.

Для шампиньона минимальные потери сухих веществ при температурах 0÷2 °С составляют в среднем 2,21 %, а максимальные при температурах 4÷6 °С – 3,68 % к 5 суткам.

Для опенка летнего минимальные потери сухих веществ при температурах 0÷2 °С составляют в среднем 3,94 %, а максимальные при температурах 4÷6 °С – 4,87 % к 5 суткам. Для опенка зимнего минимальные потери сухих веществ при температурах 0÷2 °С составляют в среднем 3,16 %, а максимальные при температурах 4÷6 °С – 4,22 % к 5 суткам.

Для кольцевика минимальные потери сухих веществ при температурах $0\div 2$ °С составляют в среднем 2,18 %, а максимальные при температурах $4\div 6$ °С – 3,52 % к 5 суткам.

Для шиитаке минимальные потери сухих веществ при температурах $0\div 2$ °С составляют в среднем 2,43 %, а максимальные при температурах $4\div 6$ °С – 3,05 % к 5 суткам.

Для мейтаке минимальные потери сухих веществ при температурах $0\div 2$ °С составляют в среднем 2,07%, а максимальные при температурах $4\div 6$ °С – 2,99 % к 5 суткам.

С учетом критерия «изменения массы сухих веществ» оптимальной температурой для хранения культивируемых грибов является температура $0\div 2$ °С, а срок хранения не должен превышать 3 суток.

Изучая колебания содержания биохимического состава при хранении грибов в фиксированных температурно-влажностных режимах, было отмечено, что количественное выражение форм азота и его соединений увеличивается [232]. Вместе с тем может происходить гидролиз пептидов и других форм азотистых соединений. Предполагается, что грибы способны фиксировать атмосферный азот [316]. Однако в отношении шиитаке этот вопрос так и остался открытым.

Наиболее достоверной причиной увеличения количества общего и белкового азота является его относительный рост за счет естественных потерь влаги и сухих веществ, которые расходуются при дыхании. По предположениям некоторых исследователей на поверхности грибов могут скапливаться, так называемые бактерии «М» и способные фиксировать атмосферный азот [316]. Причем, согласно исследованиям на свежесобранной культивируемой вешенке выявлено большое количество бактерий и дрожжей, среди которых могут быть азотфиксирующие организмы [337].

Одним из свойств пищевой ценности любого продукта является такой показатель как степень усвояемости. Этот показатель для грибов весьма противоречив. Водорастворимые белки усваиваются лучше. Причем в процессе хранения их количественное содержание может изменяться [138].

В процессе хранения при высокой температуре нерастворимые в воде белки в своем суммарном выражении имеют четкую тенденцию к росту, при одновременном увеличении или снижении количества водорастворимых белков (альбумина и глобулинов). Некоторыми исследователями было отмечено, что в грибах с диаметром шляпки от 50 до 100 мм этот рост более заметен: так через 72 часа хранения гриба шиитакэ содержание других белков возрастает соответственно в 2,14 раза у мелких грибов, и в 3,63 раза у больших. Соответственно увеличение количества суммарного белка составило 1,18 и 1,20 раза. В целом отмечается, что после 48 часов суммарное количество других белков заметно возрастает, что вне сомнения влияет на усвояемость грибного белка [274]. Этот аспект важно учитывать при установлении оптимального срока хранения [257].

1.4 Обоснование необходимости переработки свежих культивируемых грибов

Многие исследователи позиционируют культивируемые грибы в качестве основного продукта, способного значимо поднять уровень мирового белкового ресурса (включая Донецкую Народную Республику), поскольку являются носителями белковой составляющей грибного происхождения.

Прогнозируется рост мирового дефицита полноценного пищевого белка до 20 млн тонн в год, а культивируемые грибы, согласно исследованиям [280], обладают рядом подтвержденных полезных свойств, что делает их ценным источником белка наряду с различными группами пищевых продуктов. Белки грибов содержат незаменимые и широко представленные заменимые аминокислоты, способствуют омоложению клеток, оказывают защитное действие, повышают устойчивость клеток к кислородному голоданию и токсическим воздействиям, а также нормализуют метаболизм в тканях.

В отличие от лесных грибов, сбор которых в условиях современной экологической обстановки сопряжен с риском отравления, грибы, выращенные в культуре, являются экологически безопасным продуктом [93].

В сравнении с иными направлениями растениеводства, культивирование грибов позволяет значительно увеличить размер выхода товарной продукции. Культивированием грибов занимаются более чем в семидесяти странах мира [181].

Рынок искусственно выращенных грибов в последние годы переживает подъем [19]. Наиболее успешными производителями в данном сегменте агропромышленного комплекса являются Китай, Нидерланды, Англия, Франция, Италия. На протяжении многих лет лидерство в выращивании шампиньонов удерживает Польша, а в культивировании вешенки первенство сохраняет Венгрия [179, 181].

Проблеме развития грибоводства и рынкам культивируемых грибов посвятили свои работы А.Р. Бухарова, В.Н. Хлусов, Н.Л. Девочкина, Л.Г. Дугуниева, А.Ф. Разин, М.И. Иванова, Р.Д. Нурметов, Т.Г. Лазарева, Е.Г. Александрова, Н.И. Власова, Р.А. Мещерякова [30, 92, 158, 262, 343]. Предметом изучения в работах вышеупомянутых авторов являлась сегментация грибной продукции на рынках разного уровня: от регионального до международного. Однако, распространенное утверждение о том, что дефицит предложения является ключевым фактором, сдерживающим развитие спроса на грибы в сельскохозяйственном секторе, не находит однозначного подтверждения.

На рисунке 1.10 представлена динамика производств культивируемых грибов в период 2019 – 2024 год [94].

Вместе с тем существует потенциал для развития промышленного грибоводства, который огромен, в том числе и по сырьевой базе [30, 38, 158, 262].

Как известно, для грибов доказаны факты уникальности химического состава. Высокая динамика функционирования тканевых ферментов (эта ферментативная активность проявляется в интенсивном обмене веществ, который продолжается даже после отделения плодового тела от мицелия), интенсивное развитие в плодовых телах микроорганизмов и личинок насекомых, относит грибы к группе скоропортящихся продуктов, что требует особого подхода к их сбору, хранению и переработке.

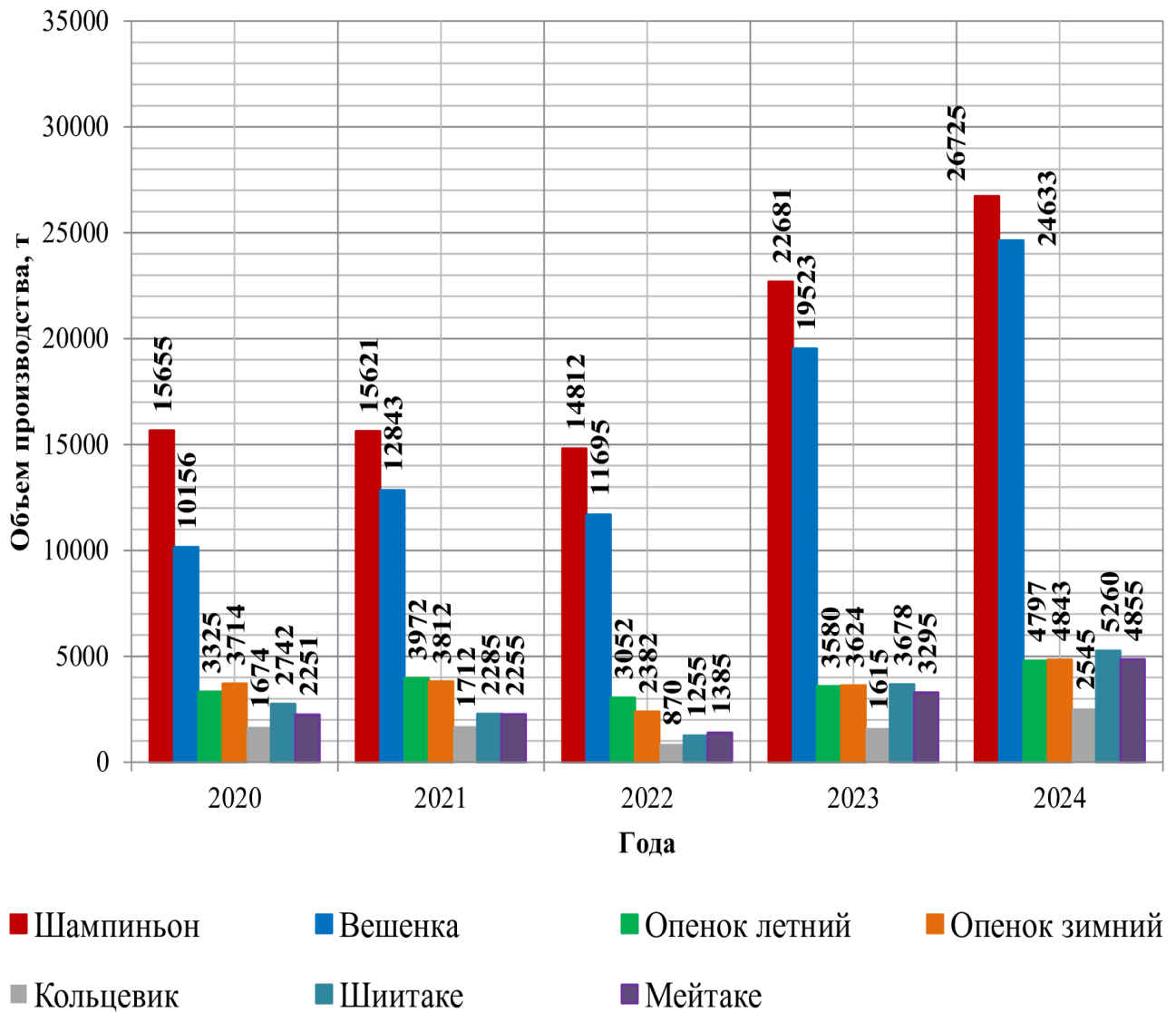


Рисунок 1.10. Динамика производства культивируемых грибов на постсоветском пространстве в 2019÷2024 годах

Одним из ключевых критериев эффективности сохранения грибного сырья, является показатели количественных и качественных потерь при хранении. Эти показатели позволяют оценить потери продукции в процессе хранения и тем самым определить оптимальные условия и методы переработки.

Временные рамки хранения свежих грибов ограничены, что предполагает необходимость переработки грибов в полуфабрикаты или готовую продукцию с целью увеличения сохраняемости их пищевой ценности на более длительные сроки (Таблица 1.10) [100].

Таблица 1.10 – Рекомендуемые сроки хранения некоторых культивируемых свежих грибов

Гриб	Относительная влажность окружающей среды, %	Температура хранения, °С	Срок хранения, сутки
Вешенка	80÷85	5÷10	>1
		1÷6	>2
Шампиньон	85	2÷5	2÷3
		0÷2	2÷5
Опенок летний	85	2÷5	>2
		0÷2	>3
Опенок зимний	85	2÷5	>2
		0÷2	>3
Кольцевик	85	2÷5	2÷3
		0÷2	2÷5
Шиитаке	85	2÷5	3÷4
		0÷2	6÷7
Мейтаке	80	2÷5	3÷4
		0÷2	6÷7

Для оценки эффективности методов переработки грибной продукции широко используют показатели товарных потерь, которые позволяют сравнивать различные технологии с целью минимизации убыли и сохранения качества сырья. В практике эти показатели помогают выбрать наиболее рациональные решения для хранения, переработки и реализации грибной продукции, что способствует повышению ее товарной ценности и эффективности хозяйственной деятельности.

С целью выявления способов предотвращения или минимизации естественной убыли массы как свежих, так и обработанных продуктов, проводится изучение факторов, вызывающих эти потери, и выделение критериев, определяющих результативность сохранения товарного вида. На основе имеющихся данных разрабатываются наиболее подходящие методы предупреждения потерь, охватывающие технологические и управленческие решения, часто нацеленные на увеличение потенциала для последующей переработки продукции. Все предлагаемые действия должны быть согласованы с текущими нормативными актами, контролирующими производственные процессы, правила хранения и обработки продукции, что гарантирует их безопасность и результативность. Такой подход позволяет не только сократить

потери, но и обеспечить соответствие продукции установленным требованиям стандартов.

В соответствии с ГОСТ Р 53082–2008, максимальный период хранения шампиньонов в условиях искусственного охлаждения ограничен тремя днями [170]. Однако на практике культивируемые шампиньоны сохраняют свои свойства в течение двух дней при температуре 0 °С, а вешенки – трех. Без использования охлаждающих технологий время, в течение которого шампиньоны остаются пригодными к употреблению, уменьшается до одних суток.

В пределах Российской Федерации ключевым регламентирующим актом в этой сфере выступают Нормы естественной убыли продовольственных товаров, утвержденные Приказом Министерства промышленности и торговли РФ № 252 от 1 марта 2013 года.

Переработанные грибы обычно обладают более длительным сроком хранения и меньшими товарными потерями, что повышает их коммерческую привлекательность и стабильность при транспортировке, хранении и реализации.

Хранение при низких температурах является одним из ключевых факторов для сохранения качества некоторых видов переработанных грибов.

Возможность значительно увеличить сроки хранения грибных полуфабрикатов, при этом сохраняя органолептические характеристики, показатели пищевой ценности грибов, дает один из видов консервирования – замораживание. Для глубокой заморозки шампиньоны пригодны в большей степени, чем вешенка, однако менее пригодны, чем опенок [161, 180; 205; 209; 229; 339; 340].

В Донецком регионе до настоящего времени сушили, главным образом, трубчатые грибы. Сушка пластинчатых грибов, к которым, как известно, относится большинство культивируемых грибов, в промышленных масштабах вообще запрещалась. В настоящее время можно получить разрешение на сублимационную сушку тех же шампиньонов, разработав соответствующие НТД (нормативные технические документы). Существует и национальный стандарт РФ на продукцию, регламентирующий требования к качеству сушеных грибов [86].

В таблице 1.11 представлены нормы естественной убыли для различных видов грибной продукции [243].

Таблица 1.11 – Нормы естественной убыли для различных видов грибной продукции, произведенной из культивируемых грибов

Нормы естественной убыли грибов переработанных при хранении и отпуске на мелкооптовых базах					
Наименование товара	Первая климатическая группа	Вторая климатическая группа	Третья климатическая группа		
Грибы сушеные	0,10	0,10	0,13		
Нормы естественной убыли грибов переработанных при хранении и отпуске в кладовых предприятий общественного питания					
Наименование товара	Первая климатическая группа	Вторая климатическая группа	Третья климатическая группа		
Грибы сушеные	0,07	0,07	0,08		
Нормы естественной убыли грибов свежих при хранении и отпуске в кладовых предприятий общественного питания					
Наименование товара	Нормы естественной убыли (по времени года), %				
	осень	зима	весна	лето	
Грибы свежие	0,2	0,2	0,2	0,2	
Нормы естественной убыли грибов свежих при кратковременном хранении на базах, складах разного типа и заготовительных пунктах					
Наименование товара	Тип складов	Нормы естественной убыли (по времени года), %			
		осень	зима	весна	лето
Грибы свежие всех видов	Первая климатическая группа				
	Охлажденные	1,0	0,8	1,2	1,2
	Неохлажденные	1,3	0,9	1,5	1,5
	Вторая климатическая группа				
	Охлажденные	1,0	0,8	1,2	1,2
	Неохлажденные	1,3	0,9	1,5	1,5
	Третья климатическая группа				
	Охлажденные	1,0	0,8	1,2	1,2
Неохлажденные	1,3	1,0	1,7	1,7	

Одним из ключевых достоинств грибов, к примеру, считается их уникальная способность почти целиком возвращать исходную массу и очертания после регидратации. Подобный продукт уже представлен на полках магазинов.

Многие ученые в своих работах подчеркивают важность глубокой переработки свежих грибов, [161, 168, 176, 180, 205, 239]. Исследователи обратили внимание на то, что доля шампиньонов с раскрытыми шляпками в общей массе собранного урожая доходит до 30 %. Но раскрытая шляпка шампиньона свидетельствует о снижении питательной ценности и о том, что гриб перезрел [81].

Кроме того, масса плодовых тел шампиньонов увеличивается до самого момента раскрытия шляпок, поэтому ранний сбор молодых «бутонов» приводит к потере части урожая, после раскрытия шляпки у гриба быстро темнеют пластинки. Основная причина – это окисление фенольных соединений, которые содержатся в клетках гриба. Когда гриб поврежден или подвергается воздействию воздуха, ферменты, в частности, тирозиназа, катализируют окисление этих фенолов, образуя хиноны. Хиноны, в свою очередь, полимеризуются, образуя меланины – темные пигменты. Именно эти меланины и придают пластинкам темный цвет.

Скорость потемнения зависит от концентрации фенольных соединений, активности ферментов и доступа кислорода. У некоторых видов грибов эти процессы протекают быстрее, чем у других. Кроме того, повреждения тканей гриба, например, при сборе или транспортировке, могут ускорить окисление и, следовательно, потемнение.

Помимо окисления фенолов, на изменение цвета пластинок могут влиять и другие факторы. Например, споры, созревшие на пластинках, могут иметь темный цвет и при высвобождении оседать на поверхности, придавая ей более темный вид. Также влажность и температура окружающей среды могут влиять на активность ферментов и скорость окислительных процессов.

Стоит отметить, что потемнение пластинок – это естественный процесс, не обязательно свидетельствующий о том, что гриб испортился. Однако если помимо

потемнения наблюдаются другие признаки порчи, такие как неприятный запах, слизь или плесень, употреблять такой гриб не рекомендуется.

Шампиньоны усваиваются и перевариваются не так эффективно, как многие овощи и фрукты. Это связано с наличием в них фунгина – особого вида грибной клетчатки, которая плохо поддается расщеплению в пищеварительном тракте. Фунгин по своему химическому составу напоминает хитин, содержащийся в организмах насекомых [13]. Причем в зависимости от возраста грибов количество фунгина возрастает прямо пропорционально. Динамика увеличения количества фунгина в теле шампиньона в зависимости от возраста (при произрастании их в субстрате после гобтировки) представлена в таблице 1.12 [152].

Таблица 1.12 – Динамика увеличения количества фунгина в теле шампиньона, % к сырой массе

Вещество	Возраст гриба после гобтировки		
	22 дня	25 дней	30 дней
Фунгин	0,0067	0,095	0,13

Безусловно, полностью избежать присутствия «возрастной» прослойки в собранном урожае грибов не представляется возможным. Одним из способов повышения усвояемости грибов, что взаимосвязано с увеличением их пищевой ценности, особенно зрелых шампиньонов, является их дробление – разрушение цельной структуры фунгиновой клетчатки [136]. Данный технологический метод, а именно измельчение, стал основой для инновационного подхода к разработке и последующему внедрению в промышленное производство грибных порошковых концентратов.

Размеры культивируемого гриба вешенки строго регламентированы. Согласно данным некоторых исследователей, в одном урожае вешенки, выращиваемой интенсивным методом, количество «некондиционного» материала составляет 22÷23 % от общего объема урожая грибов. Другие же ученые придерживаются мнения, что потери из-за нестандартного размера от количества собранной с одной грибницы вешенки приближаются к 25 %, причем, пищевая

ценность такого грибного сырья не уступает стандартным образцам, а по ряду показателей и превышает его [113, 156]. С уменьшением размера плодового тела уменьшается количество клетчатки и количество золы, что является неоспоримым достоинством и подтверждением нашего тезиса о необходимости и возможности дальнейшей переработки культивируемого гриба вешенки [104].

Наиболее полно отвечающим субъективным пристрастиям потребителей к культивируемым грибам, по праву, считается свежий опенок. В таблице 1.13 приводятся данные показателей пищевой и энергетической ценности по зимнему подвиду свежих культивируемых опят [112].

Таблица 1.13 – Показатели пищевой и энергетической ценности свежих грибов (опята зимние) и кулинарных блюд из них, на 100 г продукта

Показатель	Вода	Белки	Жиры	Углеводы	Пищевые волокна	Зола	Энергетическая ценность
	%	г	г	г	г	г	ккал
Опенок зимний	90,0	2,2	1,2	0,5	5,1	1,0	22
Сушеный зимний опенок	45,0	11,3	24,4	1,2	13,1	5,0	270
Соус грибной из зимних опят	85,1	1,2	6,2	4,8	1,4	1,3	82

Анализ пищевой и энергетической ценности зимних опят и блюд из них на 100 г продукта демонстрирует существенные различия в составе в зависимости от вида обработки и приготовления. Свежие зимние опята характеризуются высоким содержанием воды (90%), что обуславливает их низкую калорийность – всего 22 ккал на 100 г. Содержание белков, жиров и углеводов в свежих грибах относительно невелико, однако они богаты пищевыми волокнами, которые составляют 5,1 г на 100 г продукта.

Сушка зимних опят приводит к значительному изменению их состава. Содержание воды уменьшается вдвое (до 45%), а концентрация остальных компонентов, напротив, возрастает.

Грибной соус из зимних опят занимает промежуточное положение между свежими и сушеными грибами по пищевой ценности. Содержание воды в соусе

составляет 85,1%, что выше, чем в сушеных грибах, но ниже, чем в свежих. Энергетическая ценность соуса составляет 82 ккал на 100 г, что существенно выше, чем у свежих грибов, но ниже, чем у сушеных. Содержание белков и жиров также выше, чем в свежих грибах, но ниже, чем в сушеных.

Сушка грибов, в частности опять, приводит к концентрации всех питательных веществ, включая жиры и углеводы, за счет значительного уменьшения содержания воды. Свежие опять содержат большой процент воды, который удаляется в процессе сушки. Таким образом, хотя абсолютное количество жиров и углеводов в грибах практически не меняется во время сушки, их процентное содержание на единицу веса значительно возрастает.

Увеличение концентрации углеводов происходит за счет того, что вода составляет большую часть массы свежих грибов. После удаления воды, углеводы, такие как хитин, гликоген и другие полисахариды, становятся более сконцентрированными. Это делает сушеные опять более калорийными и богатыми углеводами по сравнению со свежими.

Аналогичный процесс происходит и с жирами. Хотя опять не являются особенно жирным продуктом, небольшое количество жиров, присутствующих в них, также концентрируется при удалении влаги. В результате содержание жиров на 100 грамм сушеных грибов будет значительно выше, чем в 100 граммах свежих.

Стоит отметить, что метод сушки также может влиять на конечный результат. Например, сушка при высоких температурах может привести к частичному разрушению некоторых питательных веществ, но в целом, эффект концентрации остается доминирующим. В любом случае, сушеные опять представляют собой более концентрированный источник жиров и углеводов по сравнению со свежими грибами. При планировании рациона необходимо учитывать изменения пищевой ценности грибов в зависимости от способа их приготовления. Отмечено, что наиболее полно вкус опять раскрывается именно в переработанном виде, причем, энергетическая ценность грибов также возрастает при дальнейшей технологической обработке.

У шиитаке для пищевого приготовления подходят шляпки грибов, поскольку ножки имеют ярко выраженную волокнистую структуру и довольно жестки.

Однако, содержание полезных веществ в шляпке и ножке шиитаке приблизительно одинаково, следовательно, при кулинарной обработке гриба теряется около 50% продуктивного содержимого культивируемого гриба, что говорит о необходимости переработки шиитаке, при которой ножка гриба будет подвергаться технологическим воздействиям наравне со шляпкой.

При всем том, что мейтаке относится к пищевым культивируемым грибам, в регионе он выращивается в основном для дальнейшей переработки и потребляется населением в качестве пищевых добавок и лекарственных препаратов для лечебно-профилактического действия [1, 52, 53, 111, 143, 144, 155, 329, 377, 406].

В настоящее время продолжается наращивание темпов производства культивируемых грибов в Донецкой Народной Республике, что, несмотря на очевидную привлекательность такого роста производства, обуславливает проблему адекватного хранения этой продукции.

Таким образом, одним из ключевых способов обеспечения стабильных поставок культивируемых грибов высокого качества и нужного ассортимента является создание оптимальных условий для их хранения и реализации.

Это достигается, прежде всего, за счет качественной переработки исходного грибного сырья. Для этого необходимо внедрение современных технологий переработки грибов, проведение научно-исследовательских работ в данной сфере, развитие отечественного производства и создание специализированных предприятий по переработке экологически чистой грибной продукции.

Такие меры позволят повысить эффективность использования сырья, расширить ассортимент продукции и обеспечить ее длительное хранения, что в свою очередь способствует удовлетворению потребностей населения в свежих и переработанных грибах [319].

1.5 Технологические способы продления сохраняемости грибов

Общепризнано, что замораживание является наиболее перспективным методом сохранения пищевых продуктов, в том числе и культивируемых грибов, благодаря своему эффективному воздействию на их биологические свойства и органолептические свойства [126, 202, 215, 339, 340]. Процесс замораживания заключается в превращении большей части воды в лед, что способствует предотвращению развития микроорганизмов и ферментативных процессов и замедлению порчи продукта.

Важным фактором, определяющим качество замороженных грибов, является скорость этого процесса: высокая скорость замораживания способствует образованию мелких кристаллов льда, которые минимально повреждают структуру клеток, тогда как медленное замораживание ведет к образованию крупных кристаллов, вызывающих разрушение клеточных стенок и ухудшение технологических и органолептических характеристик продукта. Поэтому соблюдение оптимального температурного режима и быстрая скорость замораживания являются критическими условиями для эффективной консервации культивируемых грибов [37, 154, 161, 242, 340, 346].

Химический состав культивируемых грибов имеет решающее значение при определении способа хранения и дальнейшей переработки грибного сырья [279].

При переработке вешенки [267, 397] основным является следующий факт: свойством вешенки обыкновенной *Pleurotus ostreatus* является способность без особого ущерба переносить отрицательную температуру, что открывает новые возможности в регулировании температурных параметров при переработке грибов, однако переводит возможность консервации гриба заморозкой в разряд проблематичных [284].

Большую роль в процессе замораживания играют теплофизические свойства продуктов, зависящие от состава сырья, но меняющиеся в широких пределах у продуктов одного вида: химический состав, строение продукта, термическое состояние (Таблица 1.14) [340].

Таблица 1.14 – Теплофизические усредненные характеристики некоторых культивируемых грибов

Вид грибов	Теплофизические характеристики			
	Плотность, кг/м ³	Криоскопическая температура, °С	К Вт/(м·К)	Теплоемкость, кДж/(кг·К)
Вешенка				
гимений	964	-0,3	-	-
шляпка	718	-0,4	0,271	2,86
ножка	923	-0,4	-	3,82
Шампиньон				
гимений	1007	-0,3	-	-
шляпка	880	-0,6	0,351	2,80
ножка	696	-0,55	-	3,31
Опенок летний				
гимений	1020	-0,2	-	-
шляпка	790	-0,7	0,318	2,74
ножка	996	-0,60	-	3,25
Опенок зимний				
гимений	1090	-0,2	-	-
шляпка	810	-0,65	0,299	2,74
ножка	998	-0,67	-	3,25
Кольцевик				
гимений	990	-0,3	-	-
шляпка	890	-0,58	0,351	2,80
ножка	680	-0,51	-	3,31
Шиитаке				
гимений	1019	-	-	-
шляпка	668	-0,55	0,265	2,18
ножка	678	-0,7	0,333	-
Мейтаке	720	-0,64	0,292	2,34

Антифризные белки (АФП), или антифризные гликопротеины (АФГП), являются важными элементами низкотемпературной адаптации. В работе Е.В. Макаровой отмечено, «что температура минус 12 °С не является стрессом для *Flammulina velupites* и стимулирует рост грибов *Pleurotus ostreatus*. В результате дальнейших исследований установлено, что вешенка содержит антифризные белки, защищающие клетку от замерзания» [169, с. 22].

Низкотемпературная адаптация, как технологический процесс, базируется на наличии в продукте антифризных белков (АФП), и/или антифризных гликопротеинов (АФГП). Некоторые авторы считают некорректным и неточным

употребление термина «антифризные» в контексте образования льда, более корректными считаются такие идиомы: «связанный со льдом белок» (ice-binding proteins – IBPs) [369], «белок ледоактивный» (IAPs, ice-active proteins) [369]. По мнению ряда авторов, основная функция изучаемых протеинов будет более точно отражена при использовании терминов «белок термогистерезиса» (THP – thermohysteresis protein) или «белок – ингибитор рекристаллизации льда» (IRIP) [385].

Процесс замораживания сопровождается механическим повреждением тканей, происходящим под действием рекристаллизации (термодинамический, обусловленный падением температуры, процесс постоянного увеличения кристаллов льда путем сложения мелких), влияние которой снижается действием IRI-активности АФП.

Во время замерзания, продвигающийся ледяной фронт отторгает значительную часть растворенных компонентов, но белки-антифризы (АФП) интегрируются в кристаллическую структуру льда, образуя необратимые связи с его поверхностью [161]. Аминокислотные остатки концентрируются в решетке льда, формируя комплекс из вандерваальсовых и водородных связей, что способствует укреплению взаимодействия АФП со льдом [209].

Вещества, инициирующие образование льда, создают первичные кристаллы или ядра (поверхность небольших, похожих на лед скоплений молекул воды) и специфические грани ледяных кристаллов, на которых происходит избирательная адсорбция АФП [161]. Сущность взаимодействий белков или углеводов со льдом не нашла полного разрешения [359], несмотря на присутствие свидетельств наличия адсорбционного ингибирования в процессе заморозки [105].

Таким образом, исключая замораживание как потенциальный метод хранения и переработки для вешенки, основываясь на результатах многочисленных исследований различных авторов, можно считать мицелий *Pleurotus ostreatus* потенциальным пищевым сырьем для пищевых продуктов, поскольку относительно него доказано высокое содержание белка, уникальный аминокислотный и минеральный состав [323].

Высокое содержание белка, исключительный аминокислотный, ферментный и минеральный состав шампиньона делают его адекватным источником исходного сырья для любых видов переработки. В процессе проведенного биохимического анализа никаких сведений о невозможности применения какого-либо способа дальнейшей переработки для шиитаке не выявлено.

Целью хранения является замедление процессов, ухудшающих качество продукта. Основное средство достижения такой цели – стабильная, достаточно низкая температура, для прекращения жизнедеятельности микрофлоры и затормаживания ферментативных процессов.

Международным институтом холода в качестве допустимой для хранения замороженных продуктов, и грибов в том числе, установлена температура минус 12 °С, в качестве рекомендованной указана минус 18 °С [161]. Относительная влажность воздуха в камерах устанавливается самопроизвольно, в зависимости от создаваемых в камере условий, особенностей продуктов, действия охлаждающих приборов и наличия теплопритоков.

Важнейшим условием для надлежащего хранения замороженной продукции является поддержание стабильного и равномерного температурного режима в пределах морозильной камеры, где важным требованием является сокращение внутренних и внешних теплопритоков, что способствует сохранению качества продукции.

Важнейшим этапом в цепи хранения и переработки продукции является размораживание как завершающая операция. В зависимости от целей использования и характеристик продукции применяются различные режимы размораживания.

Научные исследования в области замораживания грибов ведутся уже давно, охватывая совокупность технологических схем, оборудования и техпараметров. На данный момент всесторонние исследования, посвященные товароведным характеристикам грибов и их трансформациям в процессе замораживания и последующего хранения, остаются неполными. В особенности, недостаточно изучено влияние низкотемпературного хранения на пищевую ценность грибов.

Эта сфера знаний нуждается в более глубоком анализе для совершенствования методов замораживания и хранения культивируемых грибов, основной целью которых является максимальное сохранение потребительских свойств в том числе и пищевой ценности продукции. Чтобы получить полное представление о процессах, происходящих в грибах при замораживании и хранении, необходимо проведение дополнительных экспериментов и наблюдений. Это позволит разработать оптимальные условия хранения, обеспечивающие наилучшее качество конечного продукта [209].

В работе Л.В. Белокрыловой отмечается, что «целью замораживания является стремление сохранить первоначальное качество свежих культивированных грибов, что возможно при замедлении реакций, ухудшающих качество продуктов. Из применяемых в промышленных масштабах методов консервирования продуктов холодильная обработка и замораживание вызывают наименьшие изменения и обеспечивают наиболее длительный срок хранения» [16, с. 22].

Следует подчеркнуть: качество замороженных грибов в значительной степени зависит не только от исходного сырья, но и от таких параметров, как время и температурный режим предварительного охлаждения, скорость замораживания, а также условия хранения и размораживания. Следовательно, для создания действенных подходов к сохранению качества и безопасности замороженных грибов, важно принимать во внимание комплекс факторов, влияющих на данные параметры [195].

Обзор научных публикаций и результаты экспериментов демонстрируют, что, несмотря на продолжительное использование замораживания, углубленные исследования в области товароведения, рассматривающие этот способ консервирования применительно к культивируемым грибам, представлены в ограниченном количестве. В частности, недостаточно изучен процесс изменения качества грибов на разных стадиях: при подготовке к замораживанию, в процессе самого замораживания и при хранении в холоде.

Сушка, как технологический процесс, характеризуется следующими основными параметрами режима – температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха. До недавнего времени [87] культивируемые грибы не сушили, поскольку они являются пластинчатыми, а нормативными документами грибной материал для технологического процесса сушки ограничивался дикорастущими трубчатыми грибами.

Удаление влаги при обезвоживании сочного растительного сырья и грибов сводится к перемещению тепла и влаги внутри продукта и ее переносу с поверхности в окружающую среду [174, 203]. Исходя из состояния подлежащих обезвоживанию продуктов (твердого, жидкого и газообразного) и в зависимости от прочности связи воды с сухим веществом, выбирается способ обезвоживания.

По технологии осуществления рассматривались представленные на рисунке 1.11. виды сушки.



Рисунок 1.11 – Виды сушки (по технологии осуществления)

В производстве сушеных грибов наибольшее распространение получила конвективная и сублимационная сушка [203, 219].

Скорость обезвоживания грибов обусловлена как типом взаимодействия воды и сухого остатка, так и способом ее перемещения внутри продукта.

Начальная стадия сушки характеризуется активным испарением несвязанной воды с поверхности. Эта стадия длится до достижения критической точки влажности, определяющей переход от периода стабильной скорости сушки к периоду ее замедления [25, 136, 197, 224, 225, 231, 233, 237, 271].

Сушеные грибы, будучи продуктом с высокой гигроскопичностью и обладающие особым ароматом, требуют особой защиты именно этих свойств, поэтому большое внимание уделяется их упаковке, от правильности выбора которой зависит не только предохранение грибов от увлажнения, но и сохранение их аромата [257]. Упаковывают сушеные грибы, что защищает их от увлажнения и улетучивания сформированных при сушке ароматических веществ.

Проведенные исследования позволили внести соответствующие изменения в стандарт на сушеные грибы и рекомендовать для практического внедрения условия и сроки хранения различных видов сушеных дикорастущих грибов в зависимости от их упаковки (Таблица 1.15) [257]. Данные по срокам хранения культивируемых грибов отсутствуют, что вошло в программу собственных исследований при постановке эксперимента.

Таблица 1.15 – Сроки хранения сушеных дикорастущих грибов, месяцев

Условия хранения	Вид упаковки		
	Мешки тканевые и бумажные	Пакеты из полиэтилена и ПЦ-2	Пакеты из пленки типа саран
Склад: неотапливаемый отапливаемый	6	12	24
	12	12	24
Оптимальные условия: температура $5 \pm 1^\circ\text{C}$, относительная влажность 70 %	24	24	Более 24
Экстремальные условия: повышенная температура (30°C) или относительная влажность (до 88 %)	6	6	12

Срок годности сушеных грибов, согласно имеющимся данным, может достигать 24 месяца при хранении в подходящих условиях: сухих, хорошо вентилируемых складах, свободных от вредителей, типичных для зернохранилищ.

На этапе заготовки сушеные грибы упаковываются навалом в транспортную тару (бочки, ящики, мешки из бумаги или ткани) весом до 25 кг. Укладка должна быть плотной для предотвращения повреждений во время перевозок [237].

Процесс сушки решает ряд задач: уменьшение массы продукта, консервация для увеличения срока хранения, изменение физических, вкусовых и ароматических характеристик, а также возможность создания новых продуктов на основе грибов. Таким образом, важным аспектом технологии сушки грибов является создание условий для протекания биохимических процессов, способствующих формированию продукта с высокими показателями пищевой ценности, интенсивным ароматом и приятным вкусом.

Выводы по главе 1

Исследования в области химического состава культивируемых грибов проводились в малом объеме и не затрагивали менее распространенные виды, используемые в промышленном масштабе.

Наибольший интерес как объекты глубокого научного исследования представляют грибы: шампиньоны, вешенка, опята, кольцевик, шиитаке и мейтаке.

Изменение товарного качества культивируемых грибов в процессе хранения изучено в недостаточной степени. В научной литературе обменные процессы исследованы недостаточно. Работы по исследованию ферментативной активности, определяющей уровень окислительно-восстановительных процессов в культивируемых грибах в процессе хранения, немногочисленны.

Сведения об их качестве при хранении в зависимости от штамма, температурного режима, вида упаковки и продолжительности хранения, ограничены.

Установлено, что нормативная документация по хранению отдельных видов культивируемых грибов недостаточна, а для некоторых исследуемых грибов отсутствует.

Проведенное теоретико-эмпирическое исследование товароведно-технологических свойств и качества культивируемых грибов позволило констатировать: изученный химический состав культивируемых грибов, их 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.

Определено, что, несмотря на широкую распространенность технологии замораживания, научные и экспериментальные исследования показывают, что глубокий анализ товароведных аспектов данного способа консервирования, применяемого к культивируемым грибам, остается недостаточно разработанным. Так, 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.

Определено, что сушка как способ переработки грибной продукции является наиболее технологически обеспеченным, но наименее изученным в силу отсутствия широкой нормативной базы.

ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Организация эксперимента и проблемно-концептуальная схема исследований

Глубокое изучение проблематики свежих культивируемых грибов и перспектив дальнейшего их использования позволили выдвинуть гипотезу научного исследования, что стало основанием для проведения эксперимента.

Гипотеза исследования: оптимизация процесса улучшения качества культивируемых грибов и обеспечение эффективной технологии их переработки и сохранности свойств возможны путем комплексного товароведного и технологического изучения факторов, влияющих на сохранение потребительских качеств свежих культивируемых грибов и продуктов их переработки, с акцентом на получение экономического, научно-технического, ресурсного, социального и экологического эффектов от производства и использования продуктов грибоводства.

Разработки по совершенствованию технологии дальнейшей переработки свежих культивированных грибов высокопродуктивных штаммов и рас связаны с научным и экспериментальным обоснованием сохраняемости их как в свежем, так и в переработанном виде с целью повышения эффективности хранения.

Для достижения поставленной цели разработана проблемно-концептуальная схема экспериментальных исследований с направлениями их проведения и внедрения результатов в практику (Рисунок 2.1), исходным положением которой является научно-экспериментальное обоснование качественного хранения культивируемых грибов за счет их дальнейшей переработки.

Для реализации проблемно-концептуальной схемы экспериментальных исследований была сформулирована блок-схема проведенных исследований свежих, замороженных, сушеных (тенева сушка при 20÷25 °С, тепловая сушка при 50 °С, 75 °С и 100 °С, сублимационная сушка культивируемых грибов) (Рисунок 2.2 а) и б)).

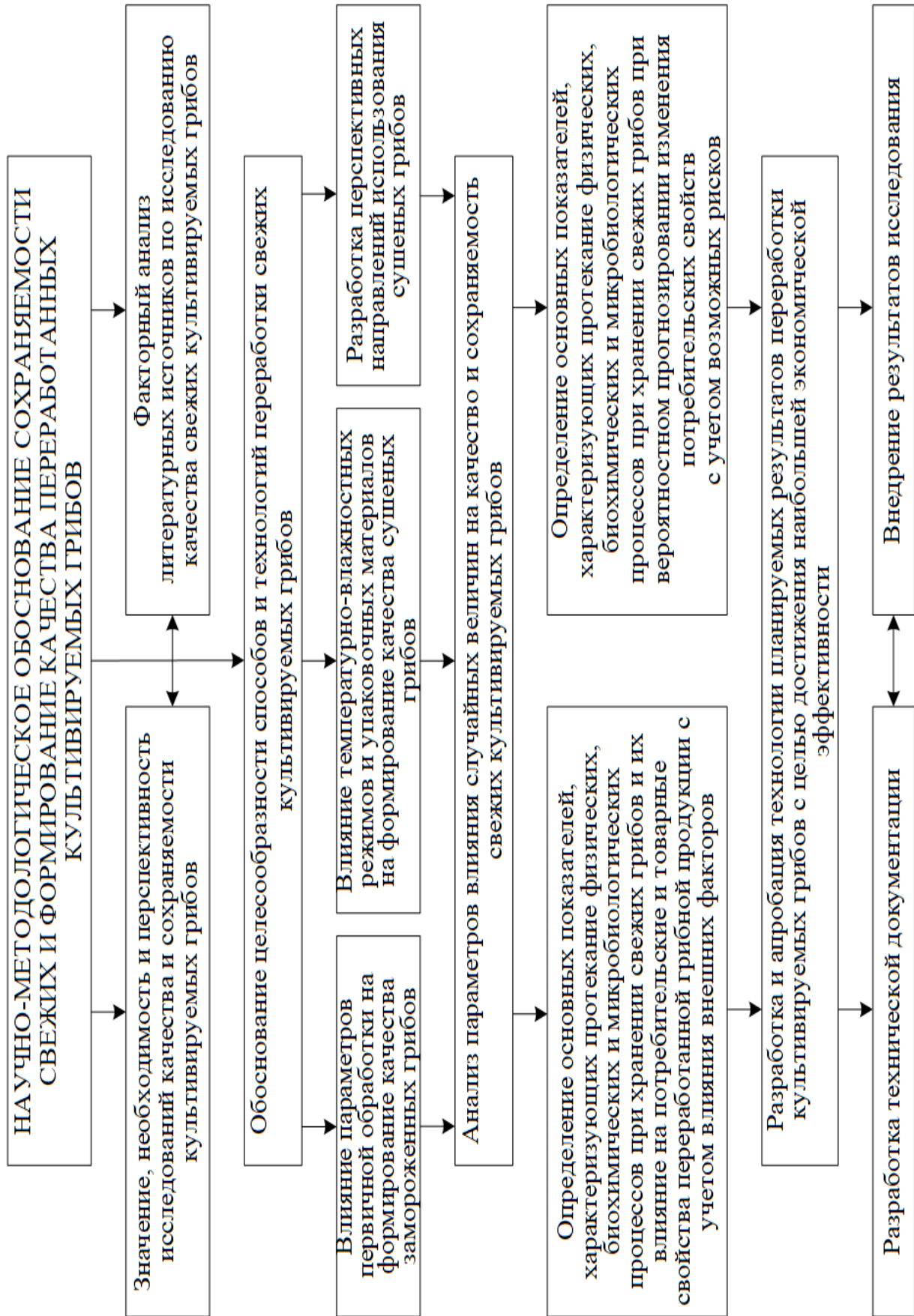


Рисунок 2.1 –Проблемно-концептуальная схема исследований

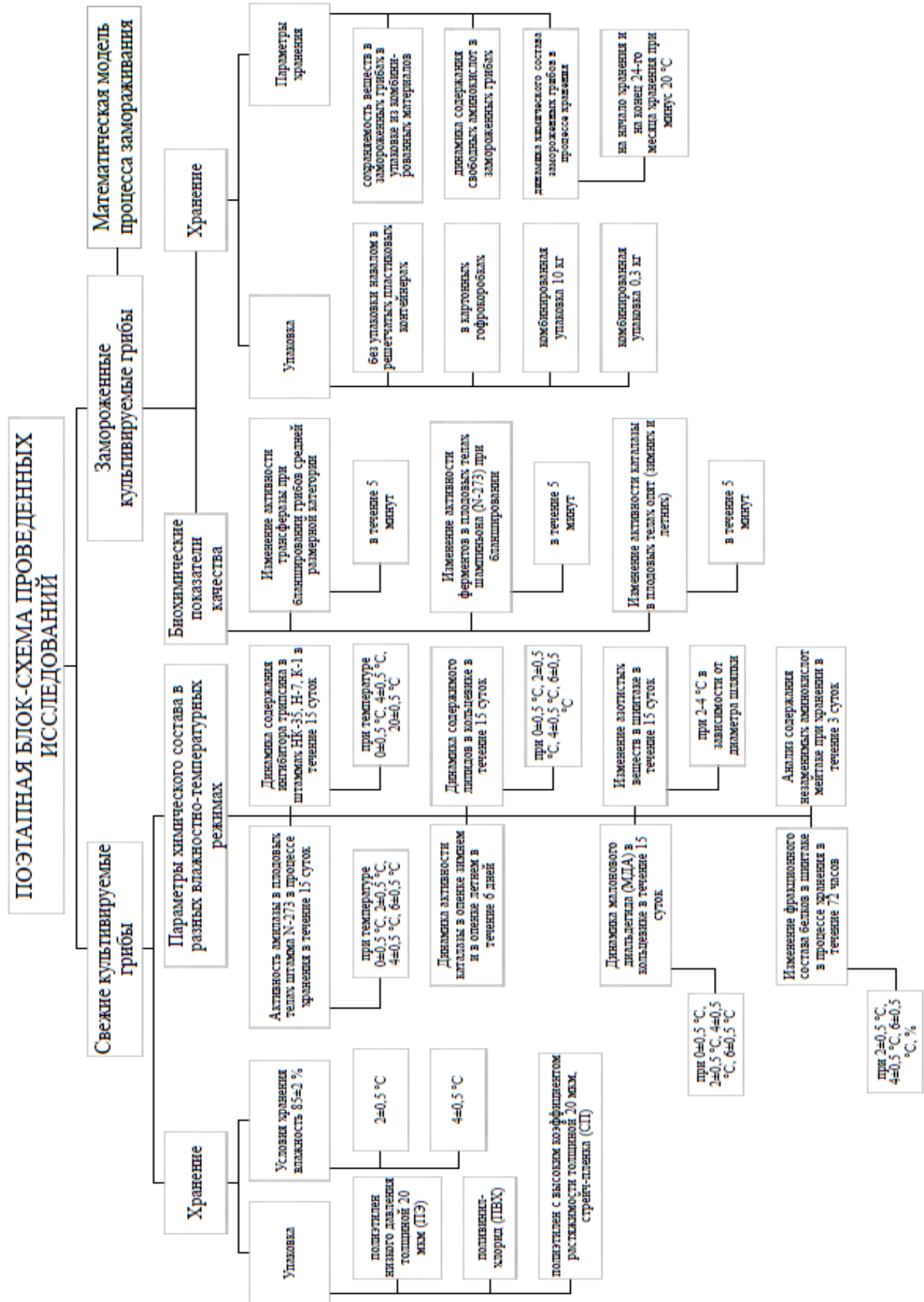


Рисунок 2.2 – Блок-схема проведенных исследований
 а). свежих и замороженных культивируемых грибов

а)

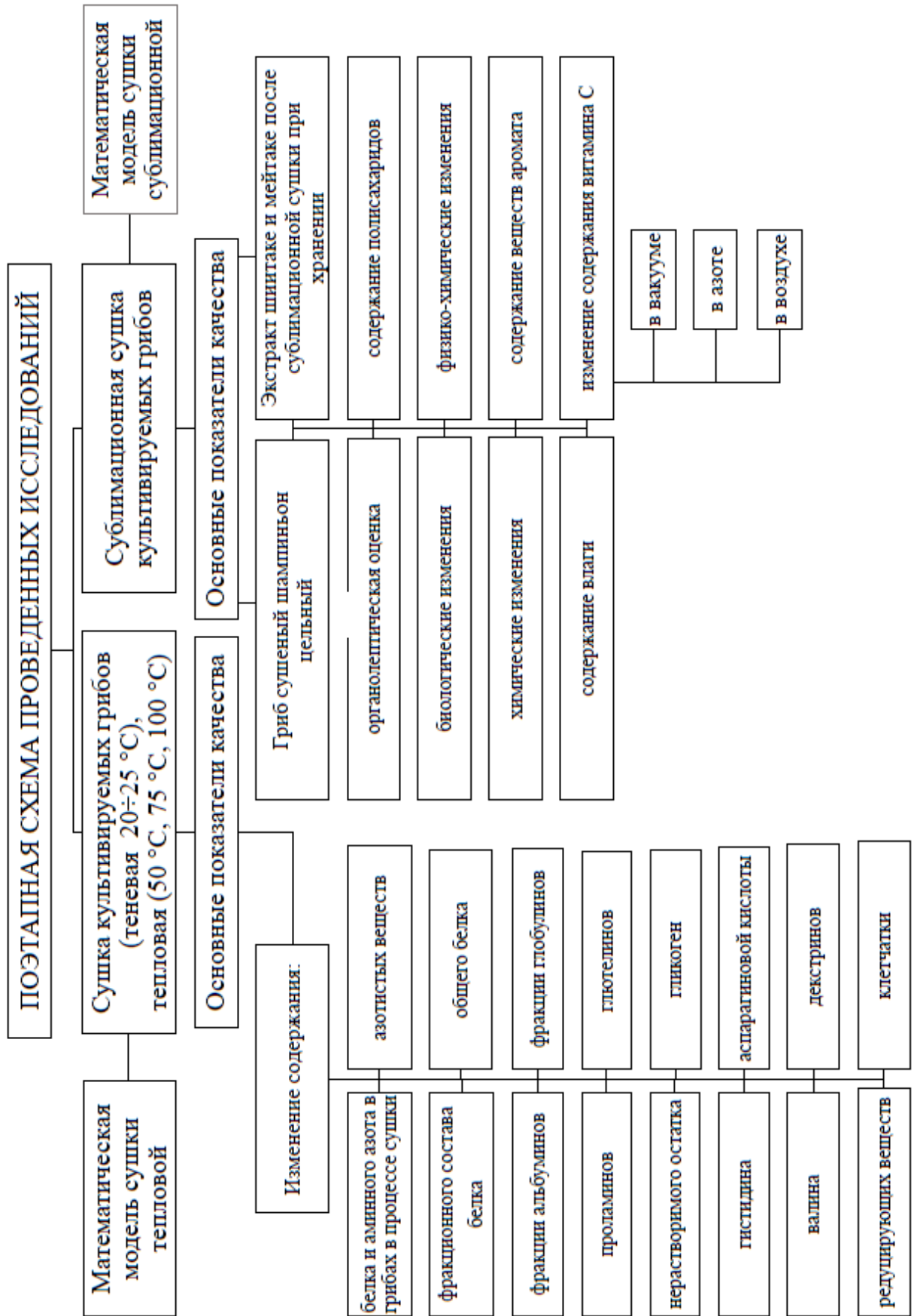


Рисунок 2.2 – Блок-схема проведенных исследований
 б). сушеных культивируемых грибов

Для разработки алгоритма определения основных параметров процессов замораживания и сушки грибов, для повышения их потребительских свойств и увеличения социально-экономического эффекта производства грибной продукции были исследованы и определены основные параметры с целью улучшения качества проектируемой продукции с приведением по каждому параметру используемой нормативной документации [336] (Рисунки 2.3–2.4).

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 Донецкой области (тепличные комбинаты ООО «Биотехнология», ООО «Великоновоселковский консервный завод», ООО «Перспектива», ООО «Родно», ООО «Тепличный», ООО «Теплицы Донбасса»); ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ имени Михаила Туган-Барановского на кафедре товароведения продовольственных товаров и экспертизы продукции сельского хозяйства и на кафедре оборудования пищевых производств.

Для изучения грибной продукции отобраны плодовые тела наиболее широко культивируемых высокопродуктивных штаммов, выращенных в тепличных хозяйствах шахты им. Засядько (г. Донецк), ООО Агрофирма «Нова» (г. Донецк), ООО «Родно» (г. Донецк), Центр экологического грибоводства (г. Донецк), ООО «Биотехнология» (г. Донецк), Тепличный комбинат «Перспектива» (Донецкая область, г. Константиновка). В процессе исследования опытные образцы грибов подвергались технологической обработке двумя способами: замораживанием и сушкой, при этом использовали методики, изложенные в существующей нормативной документации [62, 81].

После замораживания и сушки были проведены органолептические и физико-химические исследования, направленные на оценку изменений в качестве и составе грибов. Оценивались такие параметры, как внешний вид, цвет, запах, вкус и консистенция обработанных образцов по сравнению с контрольными.

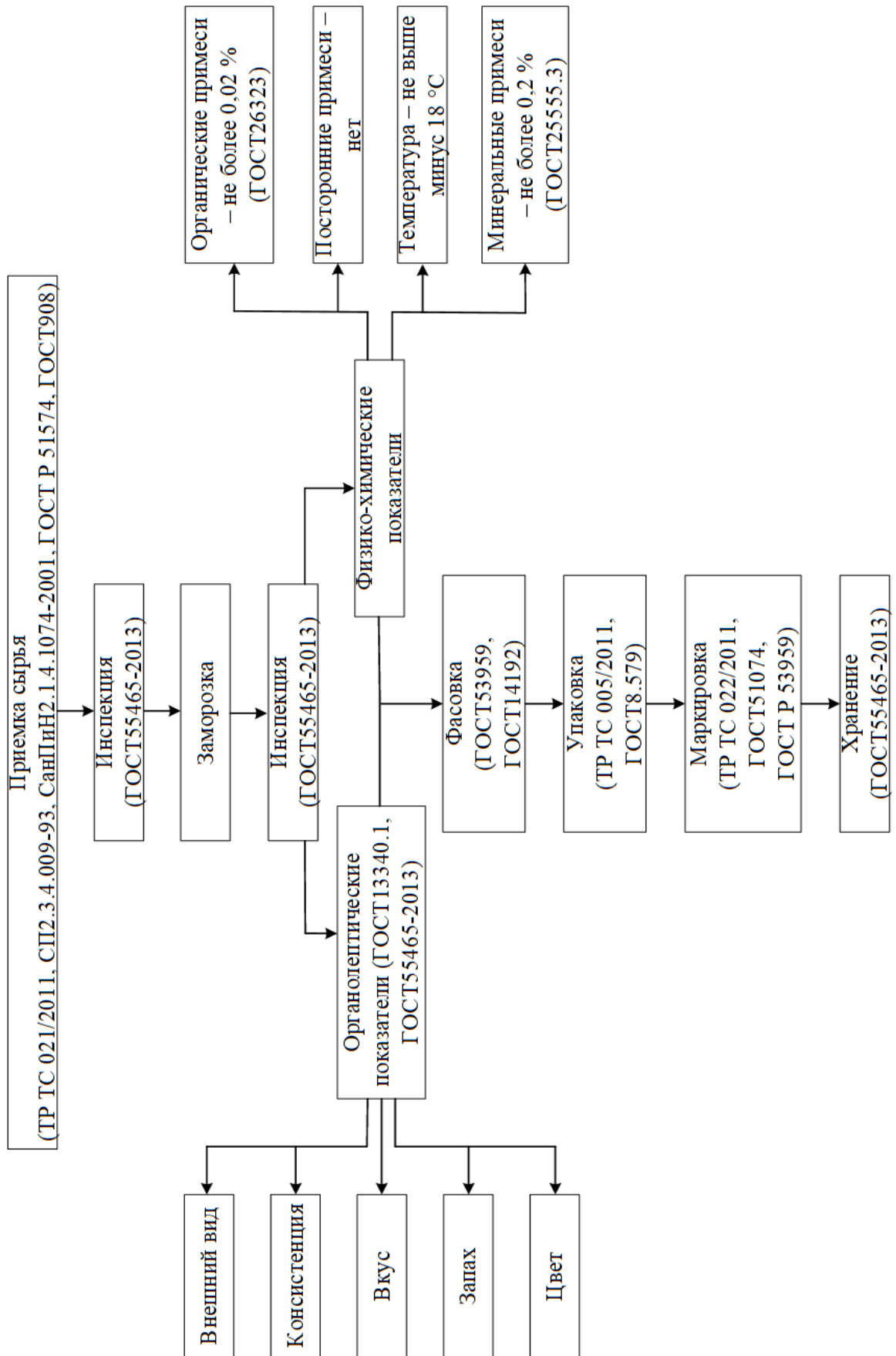


Рисунок 2.3 – Алгоритм определения основных параметров процессов замораживания культивируемых грибов

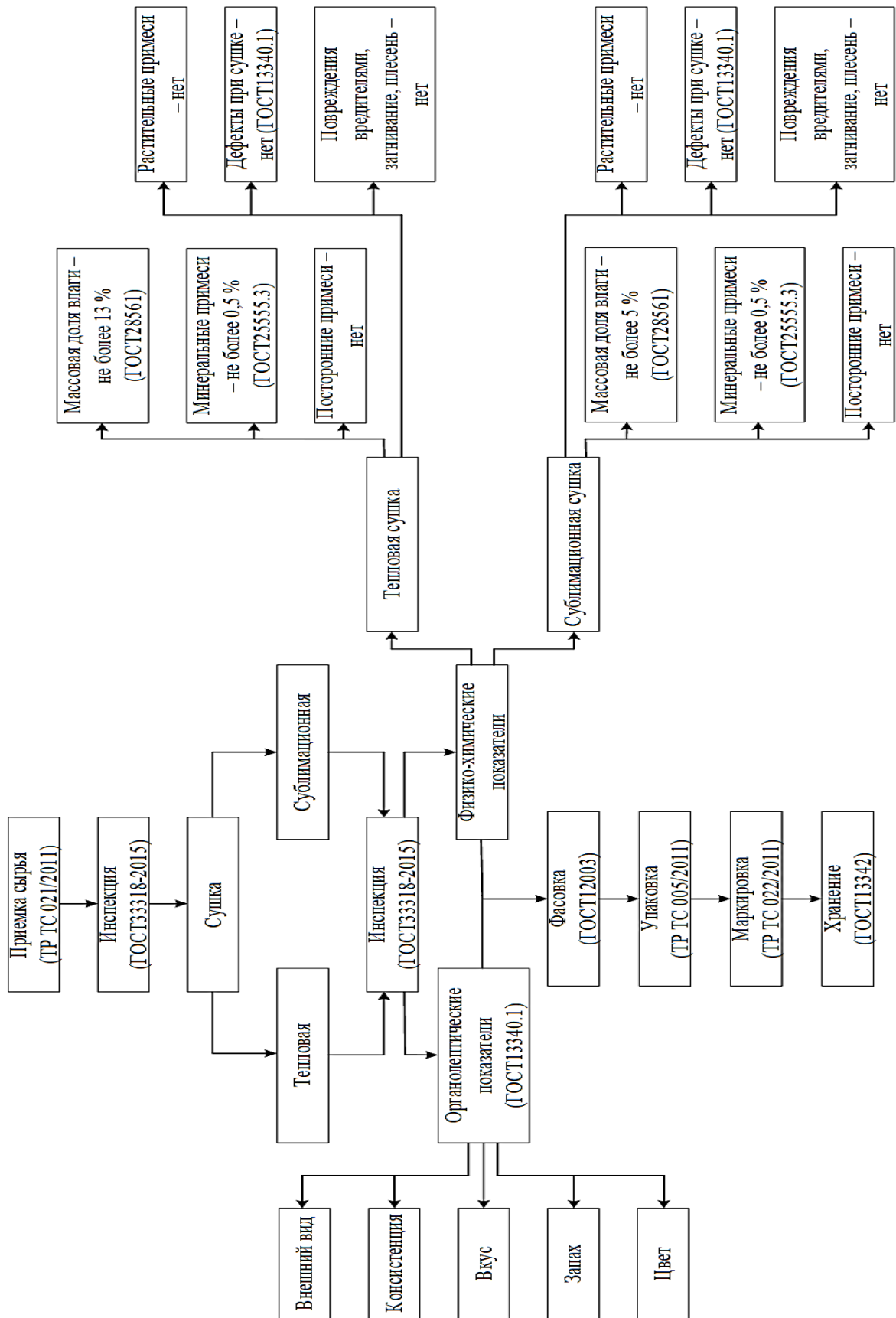


Рисунок 2.4 – Алгоритм определения основных параметров процессов сушки культивируемых грибов

2.2 Объекты исследования

Для диссертационного исследования были отобраны плодовые тела вешенки обыкновенной, шампиньона двуспорового белой и коричневой рас, опенка летнего, опенка зимнего, кольцевика, шиитаке и мейтаке типичной формы и окраски примерно одного размера (диаметр шляпки вешенки обыкновенной 31÷45 мм, диаметр шляпки шампиньона двуспорового 30÷42 мм, диаметр шляпки опенка летнего 20÷50 мм, диаметр шляпки опенка зимнего 20÷45 мм, диаметр шляпки кольцевика 35÷70 мм, диаметр шляпки шиитаке 50÷95 мм, диаметр шляпки мейтаке 25÷50 мм), разной стадии зрелости (с открытой и закрытой шляпкой).

Исследования грибов с открытой шляпкой обусловлены тем, что в общем объеме урожая доля таких грибов составляет от 5 до 10 %. Хранение и реализация культивируемых грибов с открытой шляпкой разрешена технической документацией [354].

Исследуемыми образцами культивируемых грибов были (*Приложение А*):

1) 3 штамма вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*): штамм вешенки НК-35В; штамм вешенки Н-7; штамм вешенки К-1;

2) 6 штаммов шампиньона: 3 штамма шампиньона двуспорового (*Agaricus bisporus*) белой расы, 3 штамма шампиньона двуспорового коричневой расы: штамм шампиньона F-58; штамм шампиньона А-15; штамм шампиньона В-86; штамм шампиньона N-273; штамм шампиньона ГДР-2; штамм шампиньона А-311;

3) штамм опенка летнего (*Kuehneromyces mutabilis*);

4) штамм опенка зимнего (*Flammulina velutipes*);

5) штамм кольцевика (*Stropharia rugoso-annulata*);

6) 3 штамма шиитаке (*Lentinula edodes*): штамм шиитаке 370; штамм шиитаке RL-7; штамм шиитаке ТЛ-4080;

7) штамм мейтаке (*Grifola frondosa*).

Все партии исследуемых культивируемых грибов имели сертификаты соответствия безопасности грибной продукции (*Приложение Б*).

2.3 Постановка эксперимента, методы и методики проведения исследований

Согласно теории статистической достоверности, устанавливаем необходимое количество экспериментальных исследований по каждому технологическому процессу, рассматриваемому в диссертации, в количестве 15 вариантов.

В целях проведения экспериментальных исследований было получено 15 партий грибной продукции из различных источников (промышленные пищевые предприятия, торговые сети, частные предприниматели). Каждая партия содержала культивируемые грибы семи видов (шиитаке, мейтаке, шампиньон, вешенка, кольцевик, опенок зимний, опенок летний, штаммы которых указаны выше) в количестве 10 кг каждого вида каждой партии.

В процессе исследования объем каждого вида культивируемых грибов делился на 4 равных части, а именно – 1 часть грибного продукта была использована для биохимических исследований, 2 часть грибного продукта была использована для исследования процессов хранения свежих культивируемых грибов, 3 часть использовалась для исследования процессов переработки культивируемых грибов путем замораживания, 4 часть использовалась для исследования процессов переработки культивируемых грибов путем сушки.

В свою очередь процессы замораживания исследовались для случаев последующего хранения с использованием 4 видов упаковки. Процессы сушки изучались при проведении теневой, тепловой и сублимационной видов сушек с последующим хранением в различных видах упаковки.

Основной измеряемой и контролируемой величиной являлась температура хранения замораживания и сушки.

Производной величиной в случае исследования хранения свежих грибов являлась длительность хранения.

В процессе проведения эксперимента руководствовались принципом рандомизации в целях исключения влияния переменных, неконтролируемым образом изменяющихся во времени или пространстве. Технические средства эксперимента представлены в последующих разделах исследования.

Оценка экспериментальных воздействий была построена на сравнении и сопоставлении полученных результатов и закреплена в Журнале лабораторных исследований. В процессе исследования были получены сравнимые, сопоставимые результаты.

В процессе диссертационного исследования были разработаны критерии учета и оценки его результатов. Весь собранный в ходе исследования эмпирический материал (протоколы наблюдений, анкеты, полученные результаты лабораторных исследований и пр.) были подвергнуты качественному анализу, который позволил сделать первоначальные обобщения и набрать необходимый объем материала для создания информационной базы, предлагаемого в исследовании программного продукта. Для этих целей проведенный анализ сочетал в себе как качественные, так и количественные методы исследования собранных данных.

При проведении исследований использовались общенаучные методы, методы моделирования, концептуальные положения по переработке и хранению сырья. Используются методы: сенсорные, общепринятые физико-химические, биохимические, структурно-механические, спектрофотометрические, криоскопические, методы социологических исследований (опроса, экспертных оценок), статистические (методы построения таблиц), экономические методы при проведении мониторинга, учета и реализации деятельности предприятий по переработке хранению и продажам продукции грибоводства.

Исходя из теории погрешностей обработки статистических данных для определения органолептических показателей проведено по 15 вариантов для каждого заданного параметра (показатель качества по каждому органолептическому показателю) при хранении свежих культивируемых грибов и продуктов их переработки.

Лабораторные опыты по физико-химическим показателям подвергали 3–5 кратным повторам для обеспечения достоверности результатов. Для обработки полученных результатов исследований применяли математико-статистическую обработку на ПЭВМ с использованием пакетов прикладных программ MS Office Excel 2010, StatSoft STATISTICA 10 Enterprise, Mathcad 15.0.

При хранении и проведении органолептической оценки качества грибов и грибной продукции использовали следующие методы:

- по свежим шампиньонам по ГОСТ 34958–2023, по свежей вешенке по ГОСТ 34959–2023, по опятам зимним и летним, кольцевнику, шиитаке, мейтаке – нормативная документация отсутствует, поэтому применяли ТР ТС 021/2011;

- качество быстрозамороженных культивируемых грибов вешенки и шампиньона оценивали по ГОСТ Р 55465–2013;

- качество сушеных культивируемых грибов вешенки, шампиньона и шиитаке оценивали по ГОСТ 33318–2015;

- при установлении способов создания оптимальных условий хранения в холодильниках разных видов грибов, в том числе и шампиньонов культивируемых свежих, предназначенных для непосредственного потребления в свежем виде и для промышленной переработки по ГОСТ 31916–2012 (ISO 7561:1984);

- отбор проб замороженной грибной продукции – по ГОСТ 34110–2017;

- отбор проб сушеной грибной продукции – по ГОСТ 13341–77;

- цвет пищевых продуктов по ГОСТ ISO 11037–2013;

- запах пищевых продуктов по ГОСТ ISO 5496–2014;

- вкусовая чувствительность дегустаторов по ГОСТ ISO 3972–2014;

- разработка шкал по ГОСТ ISO 4121–2016 и по ГОСТ 8756.1–2017;

- товарное качество – по выходу стандартной продукции (в %) на соответствующий период хранения по справочнику И.А. Дудка [106];

- консистенция – предельное напряжение сдвига – на пенетрометре «Табоб» с конусом массой 190 г с последующим пересчетом результатов в Мпа по справочнику И.А. Дудка [106];

- естественная убыль – по разности исходной, промежуточной и конечной массы фиксированных проб (в %) ежесуточно в течение срока хранения по справочнику И.А. Дудка [106];

- температура для измерений окружающей среды в процессе замораживания и сушки – по ГОСТ 28498–90;

- температура плодового тела гриба при помощи щупа – по ГОСТ 16920–93 и по ГОСТ 882–75.

Физико-химические показатели качества свежих культивируемых грибов и продуктов их переработки определяли следующими методами:

- влажность грибов методом высушивания до постоянной массы при температуре 105 °С по ГОСТ 24027.2–80 и по справочнику И.А. Дудка [106];

- влагоудерживающая способность в замороженных грибах – методика адаптирована по ГОСТ 31930–2012;

- определение суммы ароматических веществ – Хромато-масс-спектрометрическим анализом по ГОСТ 8.795–2012;

- азотистые вещества - общее количество азота – по Кьельдалю по ГОСТ Р 54607.7–2016 и по ГОСТ 13496.4-2019; белковый азот – по Бурштейну по ГОСТ Р 57221–2016; аминный азот – по методу Хардинга и Мак-Лина, основанном на цветной реакции NH_2 -групп с нингидрином, использована методика по ГОСТ Р 55479–2013;

- водозэкстрагируемый белок – на биохимическом анализаторе Vitalab Flexor*¹ (в %) биуретовым методом (основан на цветной реакции белков в щелочном растворе сульфата меди, содержащем биуретовый реагент, с формированием окрашенного фиолетово-синего комплекса, интенсивность окраски которого пропорциональна концентрации общего белка в образце) со следующими условиями проведения анализа: длина волны – 540 нм, оптический путь – 10 мм по ОФС.1.8.2.0010.18 (раздел 1.8.2) и по МУК 4.2.2316-08;

¹ * Исследования выполнялись с использованием материально-технической базы специализированной лаборатории Донецкого клинического территориального медицинского объединения (ДОКТМО) (Приложение Р)

- специфичные белки – фотоколориметрически на анализаторе Kone progress plus**² (в мг/100 г) с калибратором Specicol и разжижителем Specimen. Метод основан на измерении окрашенного осадка (в присутствии этиленгликоля), образующегося при внесении в анализируемый субстрат специфической противосыворотки. По справочнику В.И. Билай [186] и адаптировано по ГОСТ 33692–2015;

- фракции белка – путем разгонки на ацетатцеллюлозной пленке в электрофоретической камере «Титан Плюс»** с последующей окраской красителем, избирательно окрашивающим белки (Понсо С), осветлением ацетатцеллюлозной пленки и учетом на денситометре Хелена Process 24 VISU**;
используемые реагенты – краска Понсо С (кат. № 5525) (краски содержит 0,5% Понсо С в водном растворе 3,5%-ной сульфосалициловой кислоты и 3,5%-ной трихлоруксусной кислоты), буфер НР Электра (кат № 5805) (ингредиенты: НР буфер – трис-буфер, рН 8,6–9,0), осветлители (кат. № 5005) (ингредиенты: 30 частей ледяной уксусной кислоты, 70 частей абсолютного метанола и 4 части осветлителя, содержащего полиэтиленгликоль), титан Ш целлюлозо-ацетатные пластинки (кат. № 3023 или 3024). Денситометр с компьютерными принадлежностями автоматически вычисляют процент для каждой фракции, а также по А.Т. Копылов [138];

- глюкоза - на анализаторе Vitalab Flexor*³ (в %) путем ферментативного колориметрического анализа глюкозооксидазным методом (GOD-POD). Условия проведения анализа: длина волны – 500 нм, Hg 546 нм, оптический путь – 1 см; используемые реагенты: фосфатный буфер, рН 7,5, фенол, 4-амино-антипирин, глюкооксидаза, пероксидаза; стандарт – глюкоза 5,55 ммоль/л; и по ГОСТ Р 26176-1991;

² ** Исследования выполнялись с использованием материально-технической базы специализированной лаборатории ФГБУ «Донецкая лаборатория судебной экспертизы Министерства юстиции Российской Федерации») (Приложение Р)

³ * Исследования выполнялись с использованием материально-технической базы специализированной лаборатории Донецкого клинического территориального медицинского объединения (ДОКТМО) (Приложение Р)

- активность ферментов – на биохимическом анализаторе Vitalab Flexor* по В.И. Билай [186];

- липопротеиды – на биохимическом анализаторе Vitalab Flexor*⁴ ферментативно (в %) с использованием реактивов – буфера Гуда (рН 7,2), 4-хлорофенола, ионов магния, глицеролкиназы, пероксидазы, липопротеинлипазы, 4-амино-антипирина, глицерол-3-фосфатокиназы; стандарт – триглицерид 2,3 ммоль/л по ТУ 21.20.23.110-042-48813770-2021, а также по И.А. Дудка [106];

- биохимически активные компоненты – колориметрически при следующих условиях проведения (оптический путь – 1 см): водорастворимые витамины (рибофлавин В₂ и ниацин В₃) и витамин С по ГОСТ 58040-2017 на биохимическом анализаторе Kone progress plus**⁵ (в мг, мкг на 100 г сухой м);

- свободные и связанные аминокислоты - методом ионнообменной хроматографии на жидкостном хроматографе Hitachi L-8800* (Япония), по ГОСТ 32195-2013и по М. Yang [351];

- полисахариды – по методу Бертрана-Шорля по ГОСТ 5672–2022, калибровочная кривая строилась по сахарозе, которая также подвергалась предварительному гидролизу.

При хранении свежих культивируемых грибов и продуктов их переработки использовалась упаковка:

- упаковка полиэтилен низкого давления толщиной 20 мкм по ГОСТ 16338–85;

- упаковка поливинилхлорид по ГОСТ 14332–78;

- упаковка полиэтилен низкого давления с высоким коэффициентом растяжимости, толщиной 20 мкм – стрейч-пленка по ГОСТ 10354–82;

- упаковка из комбинированных материалов (гофрокартон Т-25) по ГОСТ Р 52901–2007;

⁴ * Исследования выполнялись с использованием материально-технической базы специализированной лаборатории Донецкого клинического территориального медицинского объединения (ДОКТМО) (Приложение Р)

⁵ ** Исследования выполнялись с использованием материально-технической базы специализированной лаборатории ФГБУ «Донецкая лаборатория судебной экспертизы Министерства юстиции Российской Федерации») (Приложение Р)

- фольга (ФГ 0,10Ч100НА5М) по ГОСТ 745–2014;
- стеклянные емкости по ГОСТ 5717.1–2021;
- пакеты из многослойных полимерных материалов на основе алюминиевой фольги по ГОСТ 33118–2014;
- тара потребительская полимерная – по ГОСТ Р 51760–2011.

Замораживали и сушили культивируемые грибы до выхода стандартной продукции. Контрольные и опытные грибы закладывали на хранение не позднее 5 часов после сбора.

Алгоритм основных этапов исследования товароведной оценки качества культивируемых грибов представлен на рисунке 2.5. В алгоритм выполнения задач исследования включены следующие этапы: 1 этап – установление перечня показателей качества культивируемых грибов; 2 этап – построение дерева свойств; 3 этап – аргументированный выбор и разработка шкал оценивания; 4 этап – определение коэффициента весомости согласно балльной системе оценки конкретных видов культивируемых грибов; 5 этап – информационное обеспечение оценки, учета и прогнозирования использования культивируемых грибов.

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.

При создании системы балльных оценок органолептических показателей культивируемых грибов применялся критериальный метод построения шкалы оценки.

Процесс замораживания был смоделирован с использованием приемов научного и знакового математического моделирования.

Для отображения тепловой сушки была сгенерирована имитационная математическая модель.

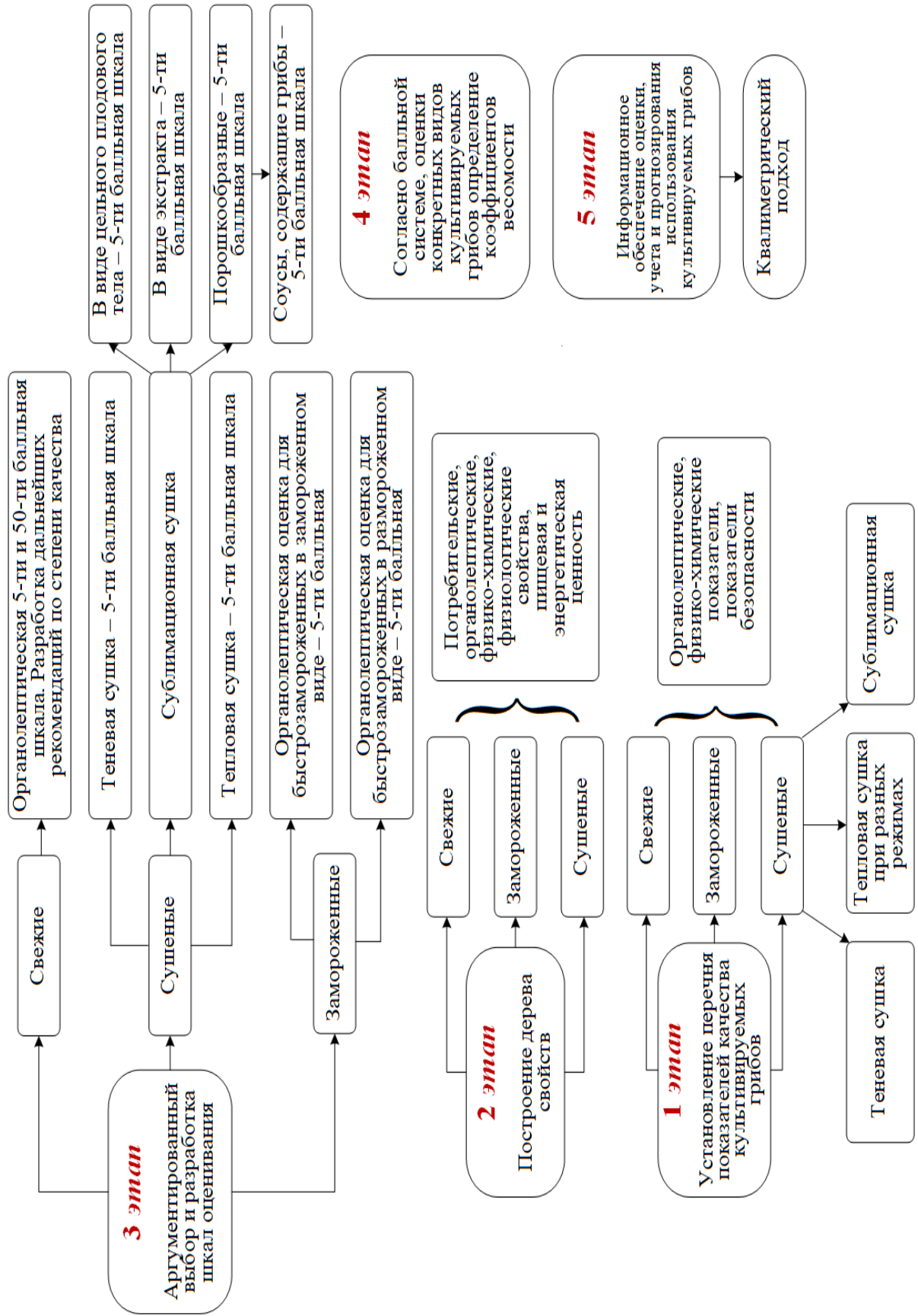


Рисунок 2.5 – Алгоритм основных этапов исследования товароведной оценки качества культивируемых грибов

При создании математической модели сублимационной сушки был использован инструментарий аналогового моделирования.

Определение коэффициентов весомости осуществляли с привлечением фактографического метода прогнозирования, реализованного в среде MS Office Excel 2024.

Для определения численного рецептурного состава порошковых композиций при получении коэффициентов линейных уравнений математической системы использовали множественную линейную регрессию, построенную в среде MS Office Excel 2024.

Для определения экономической эффективности проекта были привлечены статистические методы (суммарная (или среднегодовая) прибыль, рентабельность инвестиций, период окупаемости), финансово-экономическая модель (анализ рынка, оценка затрат, прогноз доходов, расчёт прибыли, анализ рисков), модель для анализа рынка (модель спроса и предложения, конкурентного анализа, модель сегментации рынка).

В рамках реализации задач исследования и программы эксперимента в диссертационной работе разработано информационное обеспечение товароведно-технологического процесса хранения и рекомендаций для переработки культивируемых грибов. Особенность информационного обеспечения состоит в нескольких этапах исследование культивируемых грибов в системе «производство–дополнительная переработка–реализация».

Для реализации информационной системы по прогнозированию и дальнейшему использованию свежих культивируемых грибов была использована среда программирования Delphi 12.3 Community Edition, являющаяся последней версией данного продукта.

На основе полученных экспериментальных данных разработана и внедрена авторская автоматизированная товароведно-информационная система по прогнозированию и дальнейшему использованию свежих культивируемых грибов и представлена для ознакомления в виде наглядной визуализации для подтверждения его реального наличия (*Приложение П*).

ГЛАВА 3 АНАЛИЗ РЫНКА КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ

3.1 Оценка производства, потребления и характеристика емкости рынка грибов

По данным Всемирной организации по продовольствию ООН среднелюдиное потребление культивируемых грибов в России составляет чуть более 1,5 кг на человека в год [2].

Богатая сырьевая база, относительно дешевые энергетические и человеческие ресурсы, длительное холодное время года стимулируют развитие мощной индустрии производства культивируемых грибов. Рынок грибов имеет свои особенности и подразделяется на два субрынка: рынок искусственно выращиваемых (промышленных) грибов и рынок лесных (дикорастущих) грибов [150].

Конец 80-х годов XX века ознаменовался развитием в России производства культивируемых грибов, причем на начальном этапе это носило любительский характер. Понимание перспективности выращивания грибов в промышленных масштабах, безусловно, было, но развитие этого направления в СССР ограничилось лишь созданием нескольких экспериментальных предприятий по выращиванию шампиньонов.

В первой половине 90-х выращиванием грибов занимались небольшие частные хозяйства, общий объем производства которых, не превышал 400÷500 тонн в год. Однако со второй половины 90-х годов наметился четкий переход к индустриализации производства [200]. Следует отметить, что в мире культивируемые грибы достаточно востребованы и их популярность растет.

На рисунке 3.1 представлен рейтинг культивируемых грибов в мире в процентном соотношении, этот анализ позволяет нам сделать выводы о доминирующих позициях определенных видов грибов на глобальном уровне, а также выявить потенциальные ниши для развития менее представленных, но перспективных культур

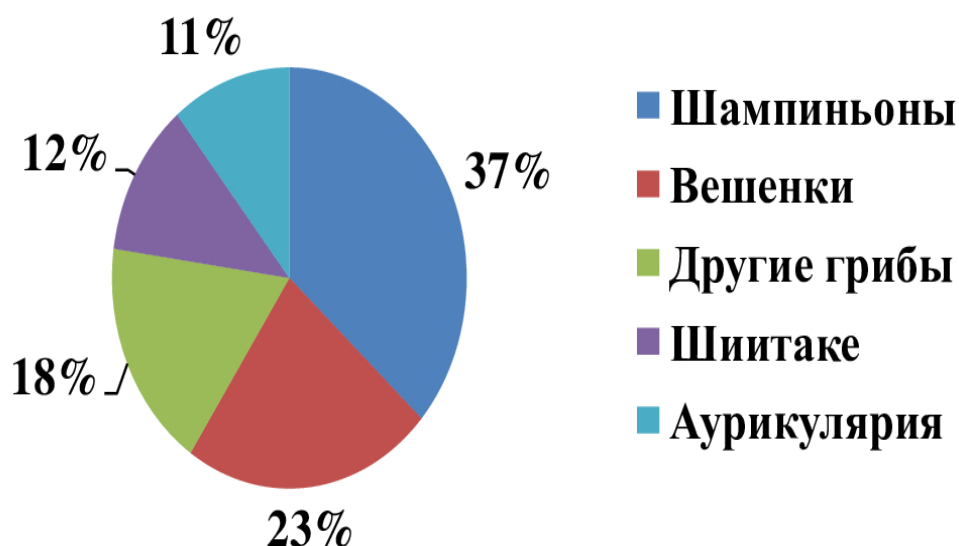


Рисунок 3.1 – Рейтинг популярности культивируемых грибов в мире, %

Исследованиями информационно-аналитического отдела «ИКЦ АПК» отмечена наибольшая популярность в мире шампиньонов. Стоит отметить, что российский рынок потребителей грибной продукции растет ежегодно [181]. Согласно данным журнала «Школа грибоводства», 50 % грибной продукции жители РФ приобретают в виде замороженной и консервированной продукции [152].

Изучение рынка грибной продукции показало, что в начале введения в РФ санкций, грибы оставались почти единственным продуктом, которого они не затронули, но уже в августе 2014 года грибы также попали под эмбарго. В список целиком входит группа ТН ВЭД 0709 «Овощи прочие, свежие или охлажденные», которая включает и продукцию грибоводства.

Сейчас крупные и средние игроки рынка выпускают 65÷70 % продукции, снизив долю кустарных предприятий до 30÷35%. Тенденция укрупнения предприятий наблюдается и на данный момент, что способствует стабилизации рынка, и делает его более прогнозируемым [92].

Объем производства культивируемых грибов в России представлен двумя основными видами: шампиньон и вешенка [107]. На рисунке 3.2 представлена сегментация рынка культивируемых грибов в России.

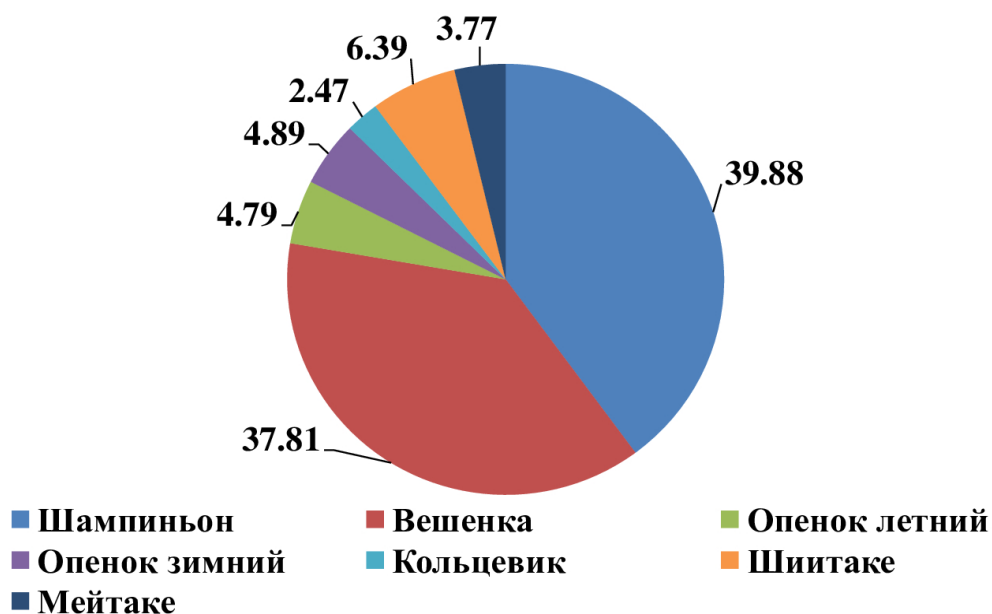


Рисунок 3.2 – Сегментация рынка культивируемых грибов в России, %

Такая ситуация привела к росту количества отечественных производителей, разработку в РФ «Стратегии импортозамещения». Безусловно, одним из перспективных направлений сельского хозяйства является выращивание грибов в промышленных масштабах. Продовольственное эмбарго и сокращение импорта грибов стало толчком активного развития отрасли в России. Дополнительным мотивирующим фактором для импортозамещения было введение санкций со стороны ЕС на поставку технологий, средств производства и оборудования. Ушли с российского рынка производители грибов Польши, Нидерландов, Франции, Литвы. Основная доля на производителей-импортеров легла на страны СНГ. Интерес для российского рынка представляет грибная индустрия Китая [196].

Введенная политика импортозамещения в России позволила запустить в строй новые предприятия по производству грибной продукции:

1. В Азовском районе Омской области компания «Грибная поляна» запустила производство вешенок, планируя выйти на объем 18 тонн в месяц (216 тонн в год). На начальном этапе предполагается производство 60–70 кг в день, а общий объем инвестиций в проект составляет около 12 млн рублей. Выбор вешенки обусловлен ее более низкой себестоимостью по сравнению с шампиньонами. Компания планирует дальнейшую переработку грибов.

2. В Шемышейском районе Пензенской области инвестор из Китая открыл производство вешенок, вложив около 90 млн рублей. Прогнозируемый объем производства составит до 1,6 тыс. тонн в год.

3. В Калининградской области в рамках инвестиционного проекта «Агропром-МДТ» открыт комплекс по выращиванию шампиньонов с планами расширения в Липецкую, Воронежскую и Орловскую области. Объем инвестиций составляет около 200 млн рублей, а планируемый объем производства – 2,5 тыс. тонн свежих шампиньонов в год.

4. Уникальным проектом является «Трюфельная долина» в Новороссийске – первое в России производство трюфелей. Компания выращивает грибы на площади 200 га, а также занимается их заморозкой и консервированием на площади 2 га. Инвестиции в этот проект составили 203,9 млн рублей.

Российский рынок грибов переживает период активного развития, характеризующийся запуском ряда новых производств, направленных на снижение зависимости от импорта, в первую очередь из Польши (около 85–90% рынка).

По данным Федеральной таможенной службы России представлена информация распределений стран-импортеров по долям (в %) (Рисунок 3.3).

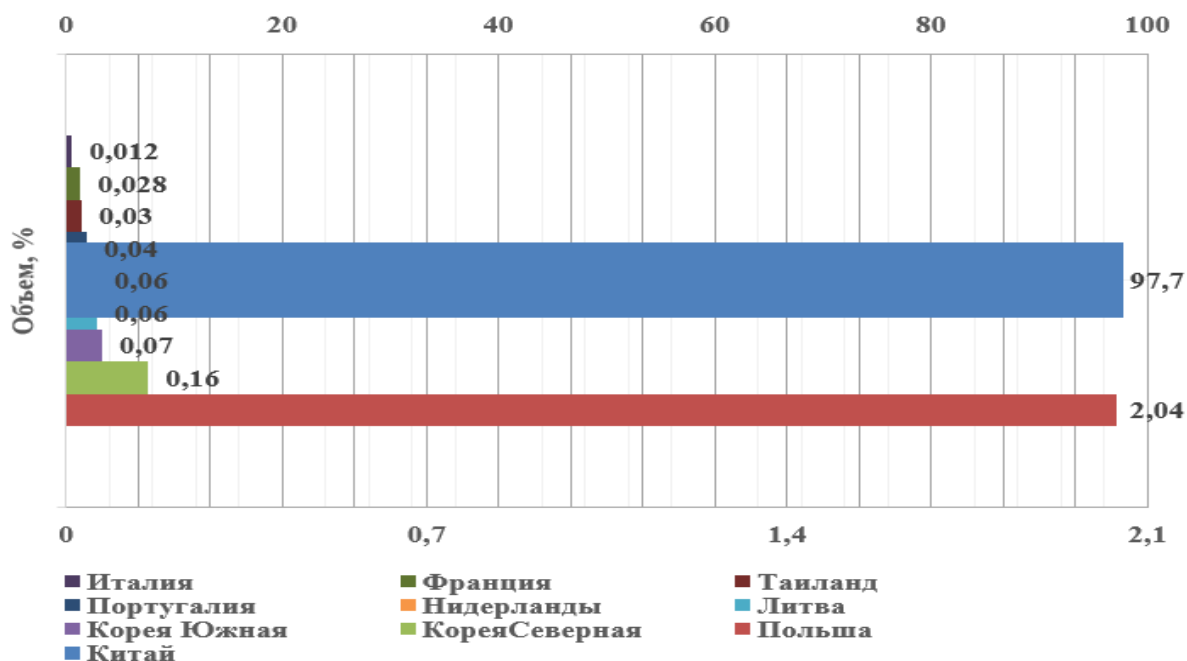


Рисунок 3.3 – Распределение стран-импортеров по долям, %, 2012–2024 гг.

Высокий объем импорта грибной продукции говорит о слабой насыщенности внутреннего рынка отечественной продукцией. Торговля грибами на внутреннем рынке, исходя из сложившихся цен, достаточно выгодна. По некоторым оценкам, около 30÷40 % грибной продукции, реализуемой на внутреннем рынке России, не соответствует требованиям европейских стандартов [179]. Рыночная инфраструктура характеризуется преобладанием канала распределения нулевого уровня, то есть без посредников на рынке сырья

На рисунке 3.4 показаны объемы спроса и объемы продаж культивируемых грибов в натуральном выражении.

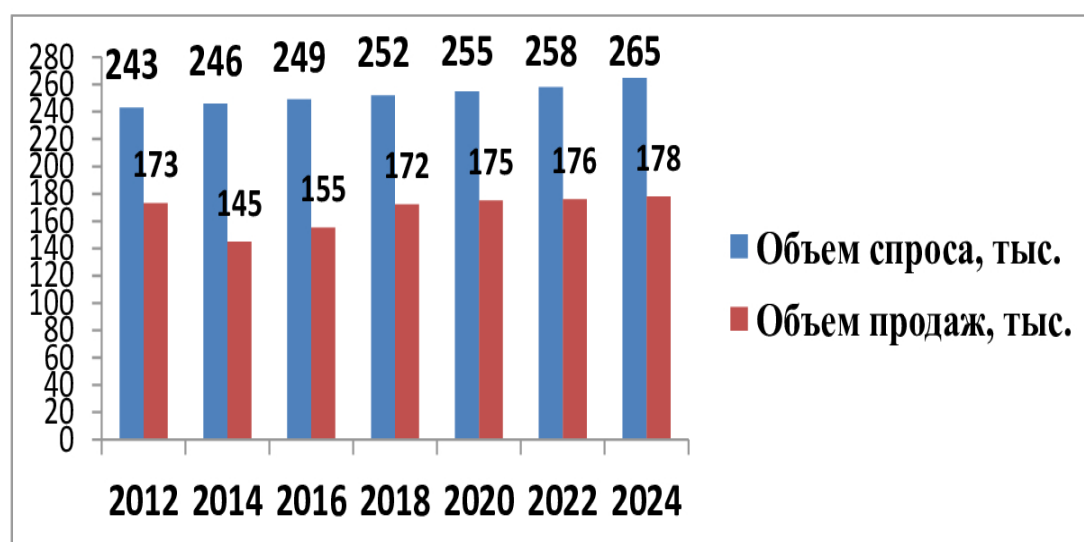


Рисунок 3.4 –Тенденции спрос-предложение на рынке культивируемых грибов в натуральном выражении, тыс. т., 2012–2024 гг.

Исследование показало, что спрос на грибы в целом (в т. ч. трюфели) в России активно растет с 2012 года. Но если с 2012 по 2022 год объем изменился только на 15 тыс., то в дальнейшем темпы роста только ежегодно увеличиваются примерно на 4 тыс. в год.

Особенностью рынка является то, что спрос на грибы опережает объем их продаж в 1,5 раза. Эта тенденция сохраняется и до настоящего времени. Причем следует отметить, что превышение спроса на грибную продукцию над предложением приводит к увеличению их стоимости. Если к концу 2020 года закупочная стоимость культивируемых грибов составляла 138,8 руб./кг, то в 2022

году эта цифра выросла до 155 руб./кг, а в 2024 году цена на грибы составила 180 руб./кг.

На рисунке 3.5 показана структура видового ассортимента грибной продукции в натуральном выражении. Установлено, что конечному потребителю грибы реализуются свежими, свежеморожеными, консервированными и сушеными. Наибольшая доля приходится на свежие грибы, за ними следуют консервированные грибы. Самая низкая доля наблюдается у сушеных грибов.

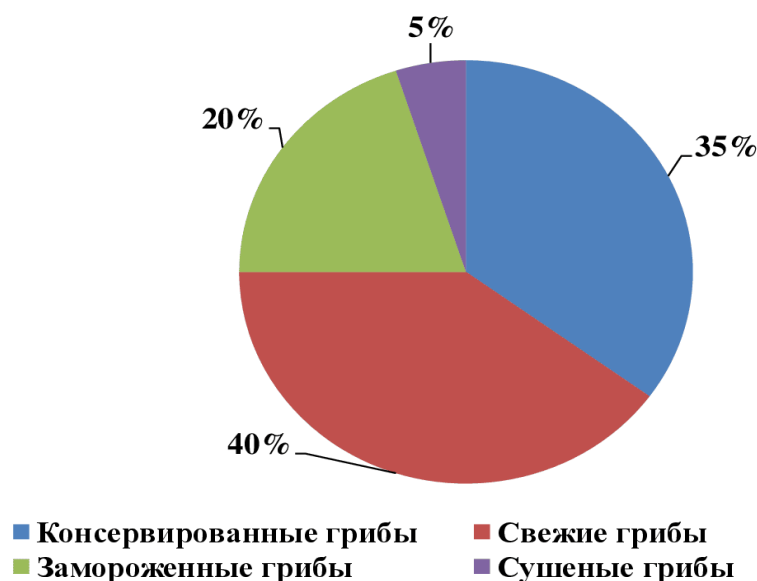


Рисунок 3.5 – Сегментация рынка сбыта культивируемых грибов в России по состоянию на 01.06.2022 года, %

В консервируемом виде на рынок в большинстве поступают шампиньоны, что связано с лучшей сохраняемостью ферментативного состава этого гриба по сравнению с другими культивируемыми грибами [343]. В осенне-летний период культивируемым свежим грибам составляют конкуренцию замороженные и сушеные.

Главным поставщиком замороженной продукции до введения санкций была Польша, предлагающая потребителям замороженные шампиньоны под торговой маркой «НоПех» [152].

В торговых предприятиях узко представлен видовой ассортимент культивируемых сушеных и замороженных грибов, грибных консервов. В

торговле отсутствуют полуфабрикаты солено-отварных, маринованных и соленых ферментированных грибов [101, 179]. Кроме того, уровень качества консервированной продукции отдельных производителей часто невысок.

В розничной торговле представлены консервы грибов в герметичной упаковке четырех основных групп – закусочные, натуральные, маринады и соленые. Закусочные консервы поставляет ограниченное количество производителей. В целом в групповом и видовом ассортименте цены на консервированную грибную продукцию отечественных производителей более высокие, в видовом ассортименте дороже стоят консервы из дикорастущих грибов [190].

Основным видом упаковки консервов является стеклянная банка (75 %), позволяющая при покупке проводить выбор, в том числе и по внешнему виду грибов. Около 70 % грибных консервов имеют массу не более 350 г, что соответствует назначению грибов в питании как дополнительного продукта и обеспечивает доступность консервов для покупателей с разным уровнем доходов.

Отечественные производители предлагают качественную грибную продукцию: свежие культивируемые грибы (шампиньоны, опята, кольцевик и вешенка), замороженные культивируемые грибы (шампиньоны, шиитаке, мейтаке, грибное ассорти) [189].

Основными каналами сбыта грибов является прямая продажа на розничных рынках (где производитель сам становится продавцом и не пользуется услугами посредников), реализация в магазинах, предприятиях общественного питания, а также сбыт перерабатывающим предприятиям. Уровень цен на грибы зависит от производителя, качества, расфасовки, места выращивания, расположение торгового места.

Согласно опросу, представленному в журнале «Школа грибоводства» [343] основными факторами, которые побуждают к покупке грибной продукции, являются: вкусовые свойства (68,2 % респондентов) и высокое содержание белка (23,2 % респондентов). Тот факт, что грибы дешевле, чем мясо не является важным фактором при покупке такой продукции, так как потребителями грибной

продукции в значительной степени являются домохозяйства с уровнем доходов выше среднего.

Информагентство «Агроэксперт» провело современный анализ рынка потребления свежих грибов в России, по итогам которого потребление составляет 1,5 кг на человека в год, что меньше этого же показателя в Китае в 3,5 раза, во Франции – в 2 раза; в Великобритании – в 1,9 раз, в США и Канаде – в 1,5 раз (Рисунок 3.6).

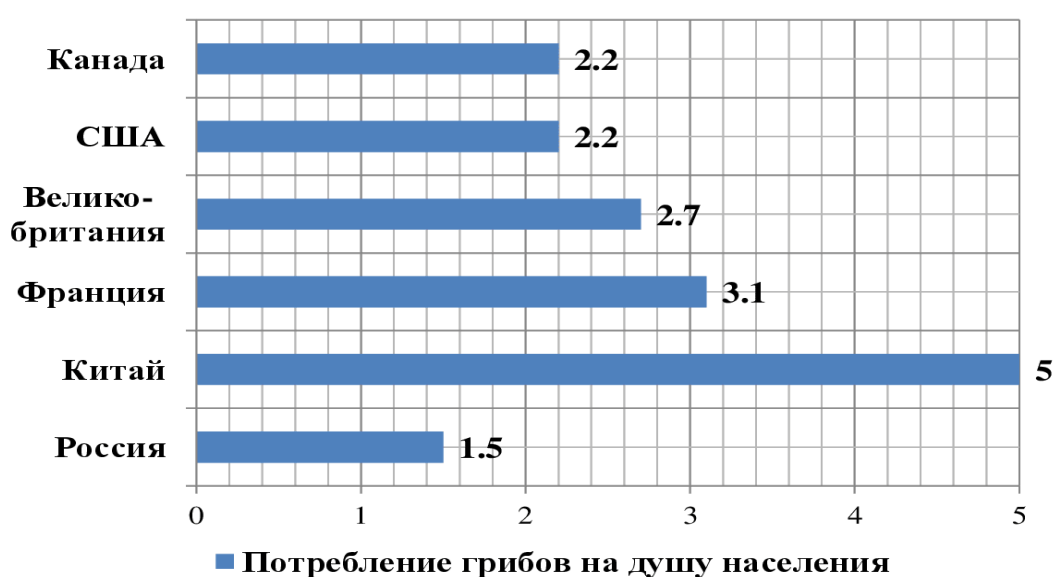


Рисунок 3.6 – Потребление грибов на душу населения в странах мира, кг/год

Развивая культуру потребления грибов в России, можно увеличить производство и продажи в 20 раз, т. е. предположительно в год может быть произведено и продано до 50 000 тонн грибов. Следовательно, чтобы обеспечить спрос, производителям следует нарастить объемы производства в 2–3 раза, к тому же спрос на грибы постоянно растет. По данным Аграрной партии России предложение отечественных производителей удовлетворяет спрос на внутреннем рынке менее чем на 50 %.

Рынок сбыта культивируемых грибов и имеет следующую структуру: 30÷35% – консервированные грибы, 40÷45% – свежие, 18÷20% – свежемороженые, 5÷7% – сушеные [181].

Изучение потребительских предпочтений относительно видового состава ассортимента грибов показало (проведено информагентством «Fruit News»), что 100 % опрошенных отдали предпочтение свежим шампиньонам [214]. На рисунке 3.7 показаны виды грибов, закупаемых в сетевых магазинах: все потребители покупают шампиньоны (100 %). Эти же потребители в 80 % случаев приобретают вешенку, затем белый гриб имеет долю в приобретении грибов в 66 %, опята – 62 %, маслята 49 %, грузди – 21 %, шиитаке и лисички – 20 % и 14 %, соответственно.

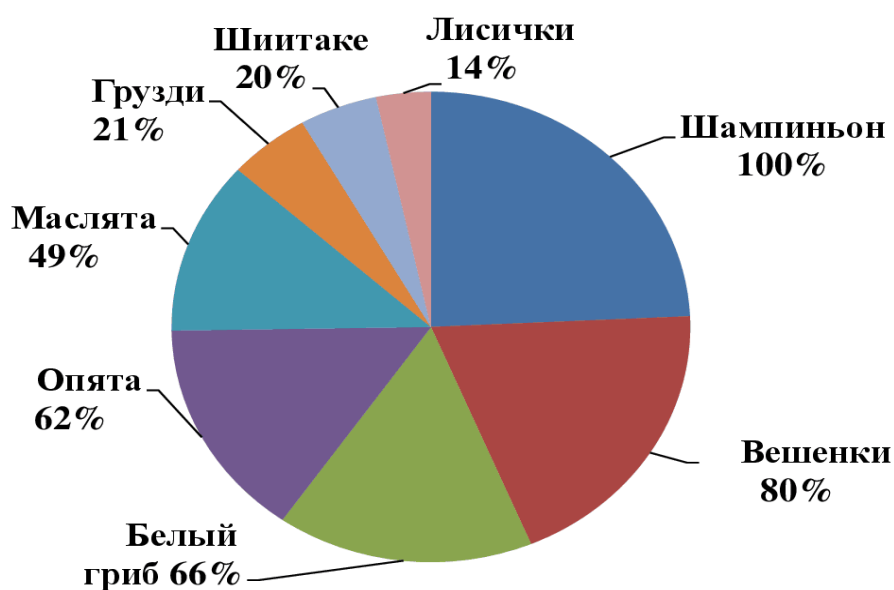


Рисунок 3.7 – Виды грибов, закупаемых в сетевых магазинах

На российском рынке сейчас представлено две основные группы свежих культивируемых грибов – это шампиньоны, занимающие 90 % объема продаж и вешенка 10 %. До недавнего времени рынок грибов в России складывался следующим образом: 45 % грибов производилось в России, а 55 % поступали по импорту из-за рубежа, в том числе из стран СНГ. После введения санкций российскому производителю открылась дополнительная часть рынка, которую в настоящее время заполняют отечественной продукцией.

В структуре производства грибов предпочтение отдается шампиньонам белым и коричневым (разновидности шампиньона).

В настоящее время возник интерес производителей и потребителей к грибам шиитаке, которые являются одними из наиболее дорогих видов грибов, что, связано с их выраженными иммуномодулирующими свойствами и антиоксидантной активностью. Из-за темного цвета грибы шиитаке на международном рынке получили название «черные лесные грибы», по месту основного происхождения – «черный Китаец». В США эти грибы выращивают с 1980 года и их производство ежегодно растет примерно на 10 %.

Лидирующие позиции в культивировании грибов шиитаке (*Lentinus edodes*) и матсутаке (*Tricholoma caligatum* (Viv.) Ricken) принадлежат государствам Восточной Азии, в частности, Китаю и Японии. Согласно информации, предоставленной японским Министерством сельского хозяйства, лесного хозяйства и рыболовства, ежегодный сбор шиитаке в среднем достигает 78 тонн, а матсутаке – 341 тонны. Импорт шиитаке составляет приблизительно 30 тонн, покрывая 28% внутреннего спроса на эти грибы. Потребительские предпочтения варьируются в зависимости от возрастной категории: молодежь отдает предпочтение матсутаке, а люди старшего поколения чаще выбирают шиитаке.

Для полного импортозамещения культивируемых грибов мощностей на территории РФ пока недостаточно. Но в настоящее время этому вопросу уделяется внимание на государственном уровне.

Резюмируя сказанное относительно оценки производства, потребления и реализации следует отметить, что российский рынок грибной продукции в целом имеет тенденцию к росту и промышленному производству культивируемых грибов. Продуктам грибоводства уделяется серьезное внимание, как перспективной отрасли пищевой индустрии. Подтверждением этого являются ряд проводимых в стране мероприятий, а именно:

– разработка стандартов на свежие и переработанные грибы; разработка БАДов из грибного сырья; разработка инновационных проектов и технологических решений (автоматизированные системы управления климатом, экспериментальные исследования с использованием современных технологий,

– принятие программ социально-экономического развития на долгосрочный период; популяризация здорового образа жизни.

Проводимые мероприятия позволят минимизировать дефицит, как производства, так и потребления культивируемых грибов в России. Принятые меры направлены на обеспечение продовольственной безопасности, повышение конкурентоспособности отрасли, внедрение инновационных технологий в производство и переработку культивируемых грибов, что даст толчок к развитию импортозамещения свежих грибов и грибных продуктов.

Согласно информации, предоставленной федеральным центром «Агроэкспорт», поставки шампиньонов из России на внешние рынки в период с января по июль 2025 года продемонстрировали значительный рост по сравнению с аналогичным периодом 2024 года. В денежном эквиваленте экспорт увеличился на 60%, а в физическом объеме – на 10%.

Этот подъем экспортных показателей произошел на фоне незначительного спада в производстве шампиньонов внутри страны. После достижения пикового значения в 146,2 тысячи тонн в 2023 году объем производства этих грибов уменьшился на 4% в 2024 году, составив 140,9 тысячи тонн. Необходимо отметить, что общее увеличение производства шампиньонов в России за последние семь лет было десятикратным.

За первые семь месяцев текущего года из страны было экспортировано более четырех тысяч тонн шампиньонов, общая стоимость которых превысила 5,5 миллиона долларов. Основным импортером российской продукции является Белоруссия, на которую приходится около 68% всех поставок. В тройку лидеров по импорту российских шампиньонов также входят Казахстан (11%) и Грузия (7%).

Увеличение экспортных объемов при одновременном снижении внутреннего производства указывает на стратегическое перераспределение ресурсов и повышенный интерес к российским шампиньонам на внешних рынках. Рост экспорта может быть обусловлен несколькими факторами, включая

улучшение логистических цепочек, расширение партнерских сетей и активную маркетинговую политику российских производителей. Особое значение имеет доминирующая роль Белоруссии в структуре российского экспорта шампиньонов. Это свидетельствует о прочных экономических связях между странами и эффективном использовании транзитных маршрутов. Увеличение поставок в Казахстан и Грузию также демонстрирует диверсификацию рынков сбыта и растущую конкурентоспособность российских грибов в регионе.

Аналитики отмечают, что на фоне увеличения экспортных показателей российским производителям необходимо уделять внимание дальнейшему повышению качества продукции и расширению ассортимента предлагаемых шампиньонов.

Развитие грибного производства в России имеет значительный потенциал, и дальнейшие инвестиции в современные технологии и научные исследования позволят укрепить позиции страны на мировом рынке. Важно продолжать работу по минимизации логистических издержек и снятию торговых барьеров, что будет способствовать дальнейшему увеличению экспортных объемов и укреплению конкурентоспособности российских производителей шампиньонов на международной арене.

3.2 Анализ потребительского спроса и предложения в сегменте рынка грибов

Грибная продукция как товар характеризуется высокой скоростью товародвижения из-за ограниченных сроков хранения, а также имеет повышенные издержки обращения, связанные с холодильным хранением. На оптовом рынке культивируемые грибы реализуется в замороженном, сушеном и консервированном виде, и наиболее часто – в свежем.

По оценкам BusinessStat «Анализ рынка грибов и трюфелей в России в 2016–2020 гг., оценка влияния коронавируса и прогноз на 2021–2025 гг.» анализ мест возможных покупок грибов представлен на рисунке 3.8.

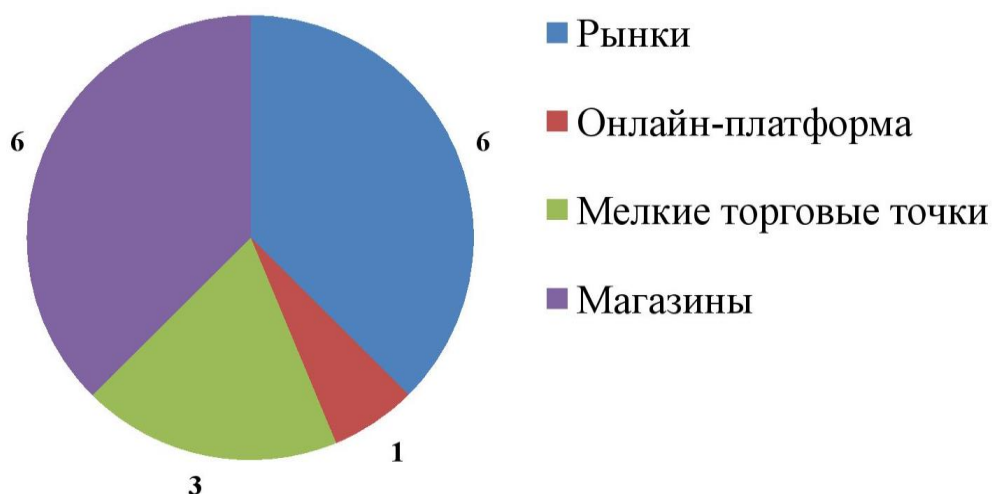


Рисунок 3.8 – Анализ мест возможных покупок грибов, в долях

Анализ потребительского поведения демонстрирует, что наибольшей популярностью среди покупателей пользуются два основных места приобретения грибной продукции: супермаркеты и рынки. По нашему мнению, данный факт объясняется различиями в ценовой политике данных торговых форматов. Рынки предоставляют возможность экономии из-за отсутствия торговых посредников в цепи поставок, предлагая более доступные цены, в то время как супермаркеты ориентированы на покупателей, относящихся к среднему классу.

BusinesStat также представил структурный анализ предпочтений покупателей, который наглядно представлен на рисунке. 3.9.

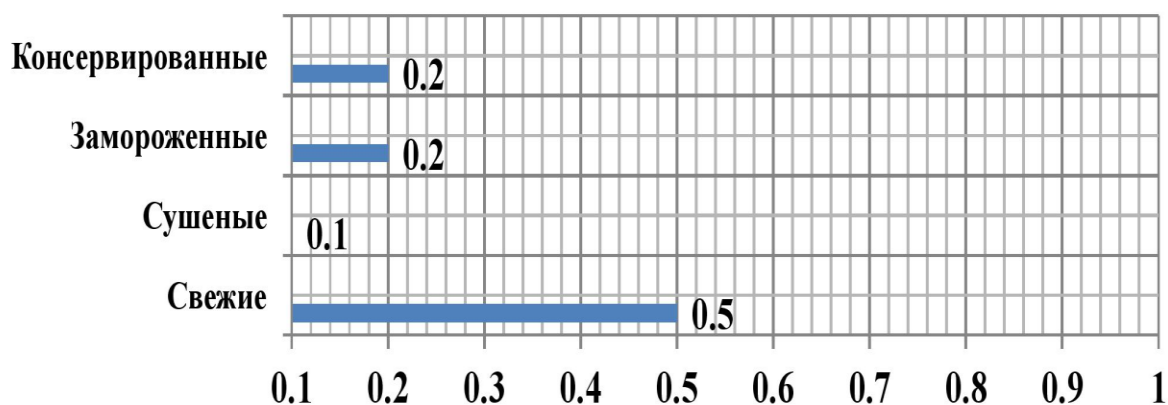


Рисунок 3.9 – Структурный анализ предпочтений покупателей, (в условных долях)

Результаты структурного анализа предпочтений покупателей в отношении грибов, представленные на рисунке 3.9 указывают на заметное доминирование свежих грибов на рынке. С их 0,5 условными долями, они значительно опережают другие формы грибной продукции, что свидетельствует о высоком спросе на свежие грибы. Это может объясняться восприятием потребителями свежих грибов как более здорового и натурального продукта, а также их универсальностью в кулинарии.

Консервированные и замороженные грибы занимают равные доли рынка, по 0,2 условные доли каждая. Это говорит о том, что эти формы грибов пользуются стабильным, но не столь значительным спросом. Консервированные грибы, вероятно, востребованы благодаря своей долговечности и доступности, а замороженные – из-за удобства хранения и сохранения пищевой ценности.

Сушеные грибы, с их 0,1 условной долей, представляют собой наименьший сегмент рынка среди рассматриваемых форм грибной продукции. Это может быть связано с их специфическим вкусом и текстурой, а также с тем, что они требуют определенной подготовки перед употреблением. Тем не менее, сушеные грибы остаются важным элементом в некоторых кулинарных традициях и могут цениться за свою концентрацию аромата.

Большинство людей предпочитает свежий продукт (49 %), 21 % предпочитают замороженную продукцию, 19 % – консервированную, 11 % – сушеную. Такой низкий спрос на сушеную продукцию, по нашему мнению, свидетельствует, прежде всего, о плохой ассортиментной наполненности этого сегмента рынка. Сходство пищевой ценности грибов с овощами позволяет рекомендовать их примерно одинаковое потребление.

Нормы потребления продуктов питания, установленные Минздравом РФ (Приказ Минздрава России от 19.08.2016 N 614 (ред. от 30.12.2022) «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания»), рекомендуют употребление на человека 140 кг овощей в год, однако норма потребления грибов, как отдельного продукта – не установлена. Исходя из

средних норм потребления овощей, можно рекомендовать потребление грибов в год на одного человека в количестве 11,8 кг, что вполне согласуется с рекомендациями ФАО/ВОЗ о потреблении грибов в среднем 250 г в неделю [202].

По результатам исследований BusinesStat «Анализ рынка грибов и трюфелей в России в 2016–2020 гг., оценка влияния коронавируса и прогноз на 2021–2025 гг.» степень важности факторов, влияющих на покупку грибной продукции представлена на рисунке 3.10.



Рисунок 3.10 – Степень важности факторов, влияющих на покупку грибной продукции (в условных долях)

Представленная структура факторов, влияющих на решение покупателя при выборе культивируемой грибной продукции, показывает определенные тенденции в потребительском поведении. Одинаковая значимость выбора между импортными и отечественными товарами (2 доли) говорит о том, что происхождение продукта не является определяющим фактором для большинства покупателей. Вероятно, потребитель более склонен ориентироваться на другие характеристики товара, такие как цена и внешний вид.

Приоритет цены и внешнего вида (по 4 доли каждый) указывает на то, что покупатели в первую очередь обращают внимание на доступность продукта и его привлекательность. Важность цены подчеркивает чувствительность рынка к

колебаниям стоимости и конкуренцию между производителями. Потребители, вероятно, ищут оптимальное соотношение цены и качества, стремясь приобрести продукт по наиболее выгодной цене.

Высокая значимость внешнего вида свидетельствует о том, что покупатели визуально оценивают свежесть, целостность и товарный вид грибов. Отсутствие дефектов, привлекательный цвет и форма являются важными критериями при выборе продукции. Это указывает на то, что производителям необходимо уделять пристальное внимание внешнему виду грибов, чтобы удовлетворить потребительские ожидания.

На основе анализа можно сделать вывод о том, что стратегия продвижения культивируемой грибной продукции должна быть ориентирована на подчеркивание доступной цены и привлекательного внешнего вида. Информирование потребителей о преимуществах как отечественных, так и импортных товаров может способствовать расширению рынка и увеличению объемов продаж.

Для более полного раскрытия перспектив роста рынка культивируемых грибов и продуктов их переработки в рамках данного исследования разработана анкета и проведен социологический опрос на базе супермаркетов города Донецка (анкета опроса представлена в *Приложении В*).

Опросы респондентов проводились в супермаркетах города Донецка сетей «Первый Республиканский Супермаркет», «Брусничка» и «Манна».

Основной целью настоящего исследования было выявление доли населения города Донецка, употребляющего грибы и факторов, влияющих на покупку продуктов грибоводства. В процессе проектирования выборочного исследования была установлена заранее определенная величина допустимой ошибки выборки, в рамках поставленных задач, а также оценена вероятность обоснованности выводов, сделанных на основании полученных данных.

В данном исследовании объем случайной бесповторной выборки из генеральной совокупности, состоящей из 979,6 тыс. человек (численность населения города Донецка на 01.03.2024 года), при заданной выборочной доле $w =$

81,65 % (средняя доля опрошенных респондентов, регулярно приобретающих грибы и грибную продукцию); предельной ошибке $\Delta = 8,1$ % (не превышающей 10 % выборочной доли) и с вероятностью 0,997 составит:

$$\frac{3^2 * 0,8165 * (1 - 0,8165) * 979,6}{979,6 * 0,081^2 + 3^2 * 0,8165 * (1 - 0,8165)} = 290 \text{ человек}$$

По результатам выполненных расчетов можно сделать вывод о том, что объем выборки должен быть не менее 290 человек, опрошенных в центре и на окраинах города, чтобы гарантировать с вероятностью $P = 0,997$, что предельная ошибка выборки не превысит 10 %.

Модель измерения латентной переменной при анализе потребительских предпочтений грибов представлена на рисунке. 3.11.

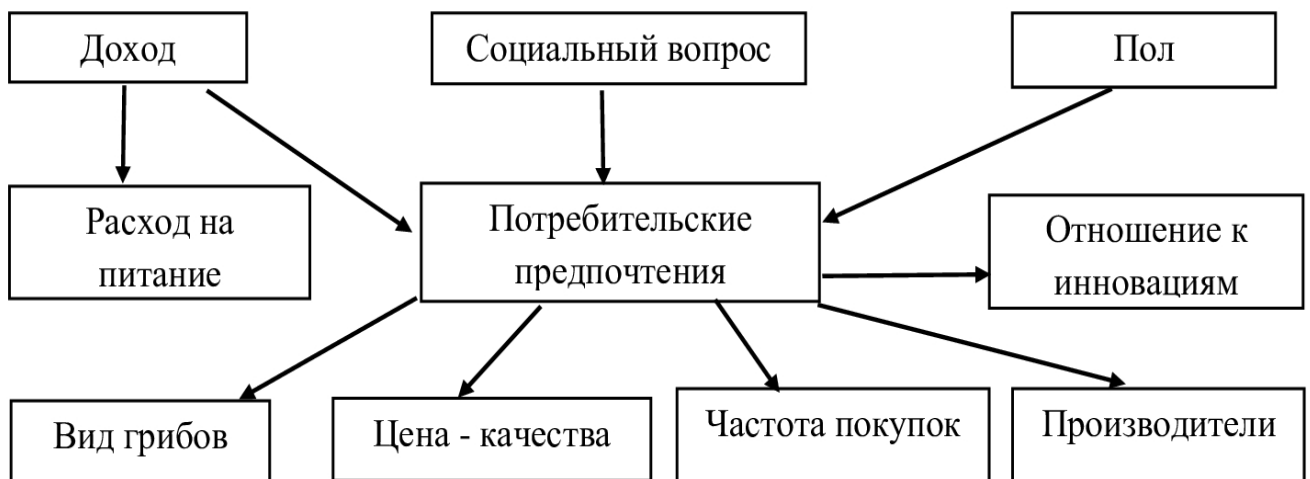


Рисунок 3.11 – Модель измерения латентной переменной при анализе предпочтений грибов потребителями

Перечень вопросов, включенных в социологический опрос:

- - пол, возраст, средний доход;
- образование;
- частота покупок грибов;
- факторы, влияющие на покупку грибов;
- полезные ли грибы для здоровья;

- где чаще покупают грибы;
- какие грибы предпочитают покупать;
- какие виды грибов предпочитают покупать;
- способы приготовления грибов;
- предпочтения в переработанные продукты из грибов;
- чем привлекают грибы;
- считают ли грибы хорошей альтернативой мясу и т. д.

Изучение ответов респондентов дало возможность условно разделить их на четыре направления. Первое направление давало четкий ответ на составление социального портрета респондентов (Рисунок 3.12).

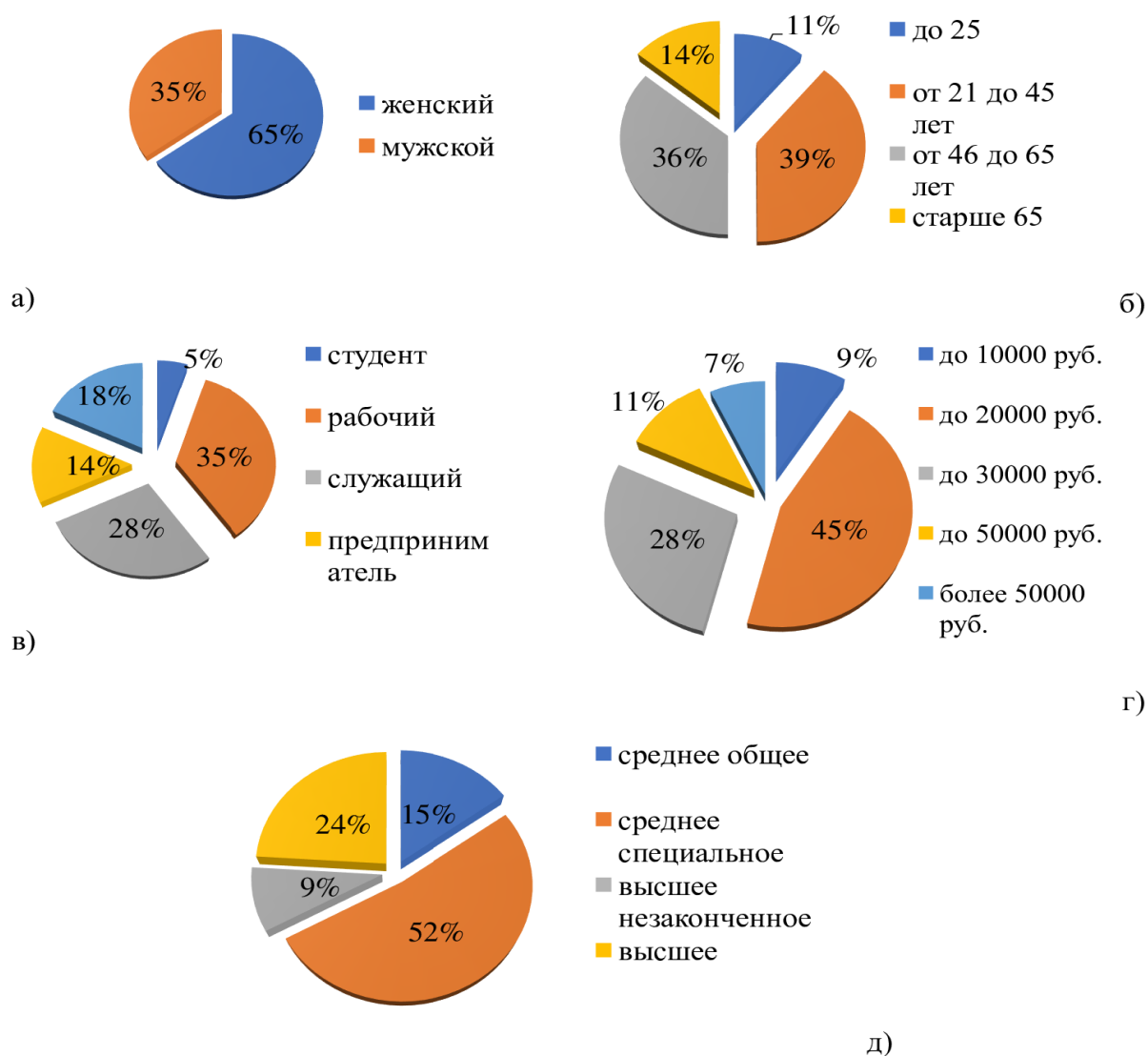


Рисунок 3.12 – Социальный портрет респондентов:
 а) пол; б) возраст; в) категории респондентов;
 г) среднемесячный доход; д) образование

По половому признаку респондентов оказалось: 65% составили женщины и 35% — мужчины. Возрастная структура также продемонстрировала разнообразие: наибольшую долю составила группа людей от 21 до 45 лет (39%), за которой следуют респонденты в возрастной категории от 46 до 65 лет (36%).

Молодежь до 25 лет представлена лишь 11%, а люди старше 65 лет составляют 14%. Что касается социального статуса, большинство респондентов идентифицировали себя как рабочие (35%) и служащие (28%). Чуть меньше респондентов оказались пенсионерами (18%), в то время как среди студентов выделилась минимальная доля – всего 5%. Предприниматели составили 14%.

По данным исследования, значительная часть населения (45%) имеет среднемесячный доход до 20000 рублей. Это говорит о том, что большинство респондентов имеют низкий и средний уровень дохода. Более 28% опрошенных получают доход до 30000 рублей, и только 11% имеют доход до 50000 рублей. При этом 7% респондентов заявили о доходе более 50000 рублей.

Что касается уровня образования, то 52% респондентов имеют среднее специальное образование, что также говорит о высоком уровне практической подготовки среди населения. Среднее общее образование отмечено у 15% опрошенных, высшее незаконченное – у 9%, и высшее образование – у 24%.

Второе направление позволило определить факторы, влияющие на покупку грибов и выявить ключевые мотивации потребителей (Рисунок 3.13)

В результате опроса о частоте покупок грибов среди населения было установлено, что 62% респондентов приобретают грибы раз в месяц, что указывает на заинтересованность в этом продукте, хотя и не на его повседневное потребление. 18% опрошиваемых покупают грибы раз в неделю, что может свидетельствовать о более активных любителях грибных блюд. При этом 12% делают это очень редко, а 8% приобретают грибы спонтанно.

Предлагаемый ассортимент покупок показывает разнообразие способов использования грибов в домашней кулинарии, что позволяет разнообразить меню от обычных повседневных семейных блюд до праздников и специальных случаев, что показывает грибной продукт универсальным ингредиентом.

Что касается факторов, влияющих на покупку грибов, то наибольшее влияние оказывает цена, что отметили 53% респондентов. Это подчеркивает роль экономической доступности грибов для покупателей.

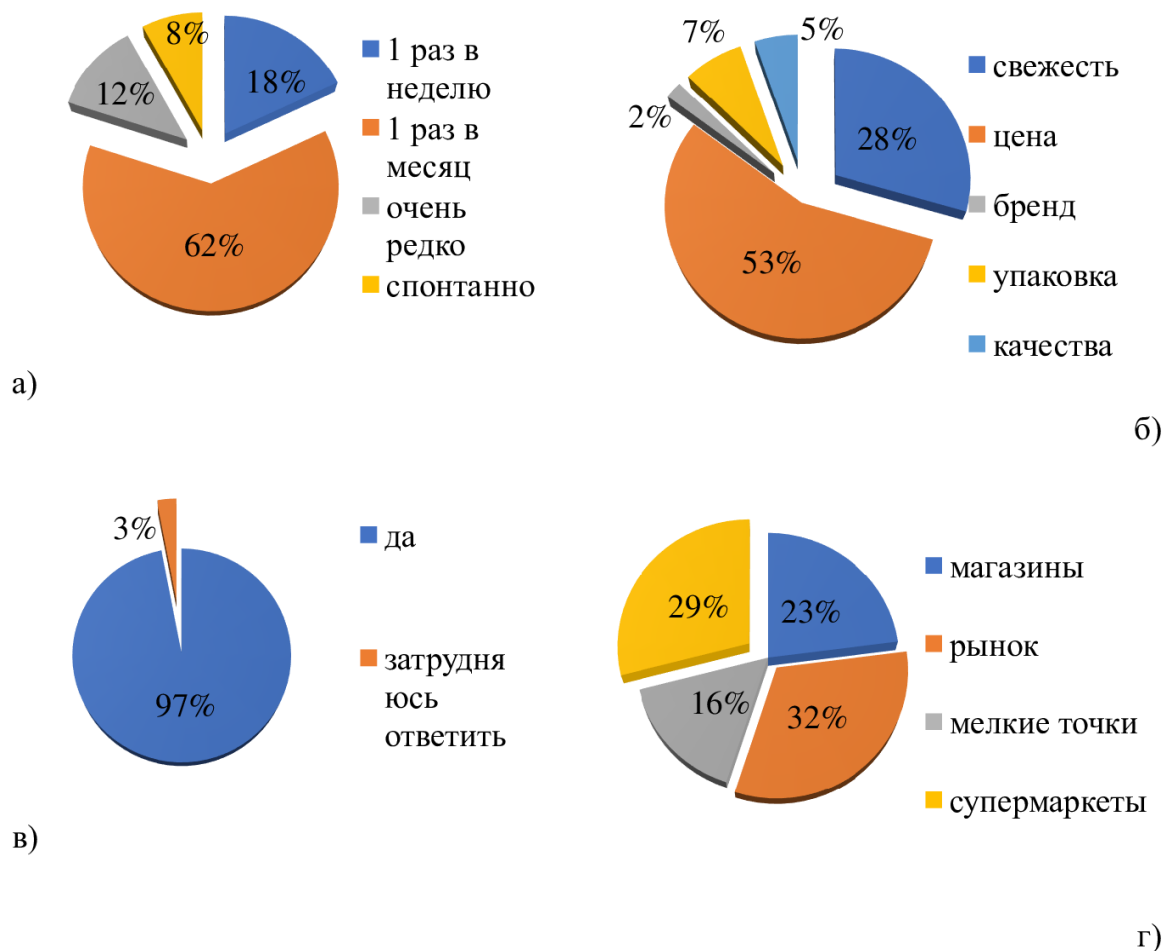


Рисунок 3.13 – Факторы, влияющие на покупку грибов:

а) частота покупки; б) факторы, влияющие на покупки;

в) полезность; г) где чаще всего покупают

Свежесть продукта является важным критерием для 28% опрошенных, что указывает на высокие требования к качеству. Торговая марка, упаковка и качество имеют меньшую значимость: лишь 2% обращают внимание на торговую марку, 8% – на упаковку, а 5% – на качество продукта.

Респонденты практически единодушны в своем мнении о пользе грибов: 97% считают их полезным продуктом для здоровья, тогда как только 3% затрудняются с ответом на этот вопрос.

В отношении мест, где чаще всего покупают грибы, предпочтение отдается рынкам – 32% респондентов выбирают этот вариант. Рынки у покупателей ассоциируются с более свежими и качественными продуктами, и это объясняет их популярность среди населения. При этом 29% опрошенных приобретают грибы в супермаркетах, что говорит об удобстве и доступности этого канала покупки, особенно для тех, кто предпочитает делать все покупки в одном месте. 23% респондентов выбирают другие форматы магазинов, что может отражать разнообразие ассортимента и возможность поддержки местного бизнеса. Наконец, 16% покупают грибы в мелких торговых точках, что, возможно, связано с поиском уникальных или редких сортов грибов, которые могут не быть представлены в крупных магазинах.

Третье направление опроса показывает предпочтения потребителя при покупке грибов и грибной продукции (Рисунок 3.14). Наибольшее количество участников (42%) отдали предпочтение свежим грибам, что свидетельствует о высоком интересе к продуктам с высокими вкусовыми свойствами и пищевой ценностью. Среди опрошенных 22% предпочитают замороженные грибы, которые удобны для хранения и приготовления в любое время. Сушеные грибы занимают 18% предпочтений, а консервированные – 21%. Это говорит о том, что консервированные и сушеные варианты также находятся в номинации популярных видов продуктов переработки грибов для разнообразия рациона.

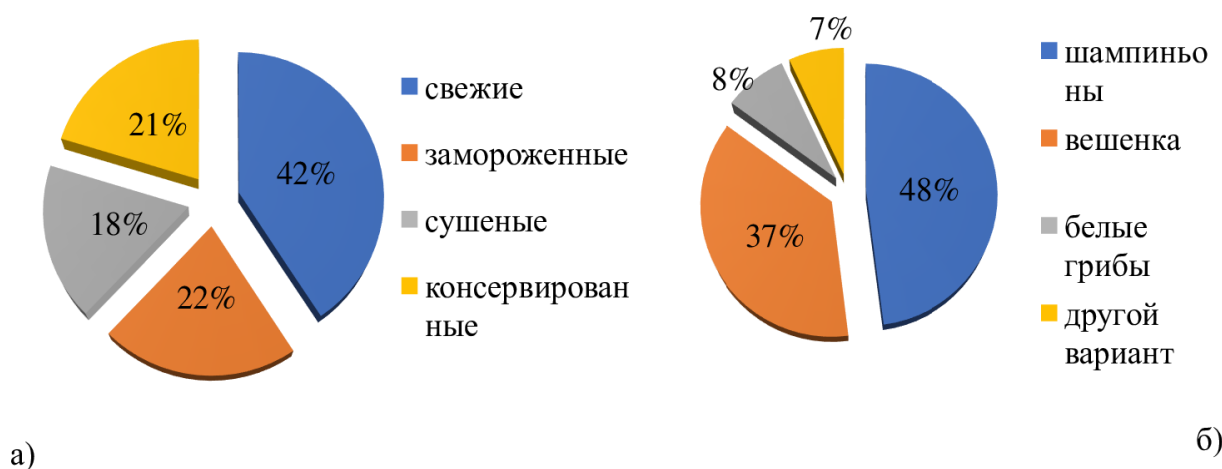


Рисунок 3.14 – Предпочтения при покупке:
 а) предпочтения в покупке грибов, как товара; б) предпочтения в виде грибов

Шампиньоны оказались самыми предпочтительными – 48% респондентов выбирают именно этот вид. Это связано с их универсальностью в приготовлении, нейтральным вкусом и хорошей физической доступностью в магазинах. Шампиньоны можно использовать в салатах, супах, жаренных и запеченных блюдах, что делает их популярным выбором для домашних поваров.

На втором месте находятся вешенки, на них приходится 37%. Этот вид грибов выделяется своей нежной текстурой и богатым, слегка ореховым вкусом. Вешенки высоко ценятся за свои питательные свойства, включая высокое содержание белка, витаминов группы В и антиоксидантов, которые помогают улучшать общее состояние здоровья.

Более редкими вариантами для потребления стали белые грибы (8%) и другие виды грибов (7%), что указывает на предпочтение потребителей к более привычным и доступным вариантам. Белые грибы, хотя и являются деликатесом с отличным вкусом, требуют особого обращения, и их чаще используют в специализированной кухне. Другие виды грибов, такие как шиитаке и мейтаке, могут иметь своих поклонников, но остаются менее популярными среди широкой аудитории из-за более высокой цены или меньшей физической доступности.

Четвертое направление ответов позволяет детально изучить предпочтения потребителей при приготовлении грибной продукции (Рисунок 3.15).

Потребители предпочитают жареные грибы – 48% респондентов выбрали этот способ приготовления, который, возможно, позволяет раскрыть вкус и текстуру грибов наилучшим образом. Вторым по популярности вариантом стали запеченные грибы (42%), что также указывает на желание готовить грибные блюда с минимальной потерей полезных свойств. Всего 8% предпочитают вареные грибы, а лишь 2% респондентов не готовят грибы и употребляют их в свежем виде.

Что касается переработанных продуктов, 71% респондентов заявили о том, что покупают переработанные грибные продукты (замороженные, сушеные, консервированные соленые, маринованные и т. д.). Это высокое число свидетельствует о значительном интересе к консервированным и другим

переработанным вариантам грибов, что может быть обусловлено как удобством использования, так и долгим сроком хранения, который обеспечивает переработка.

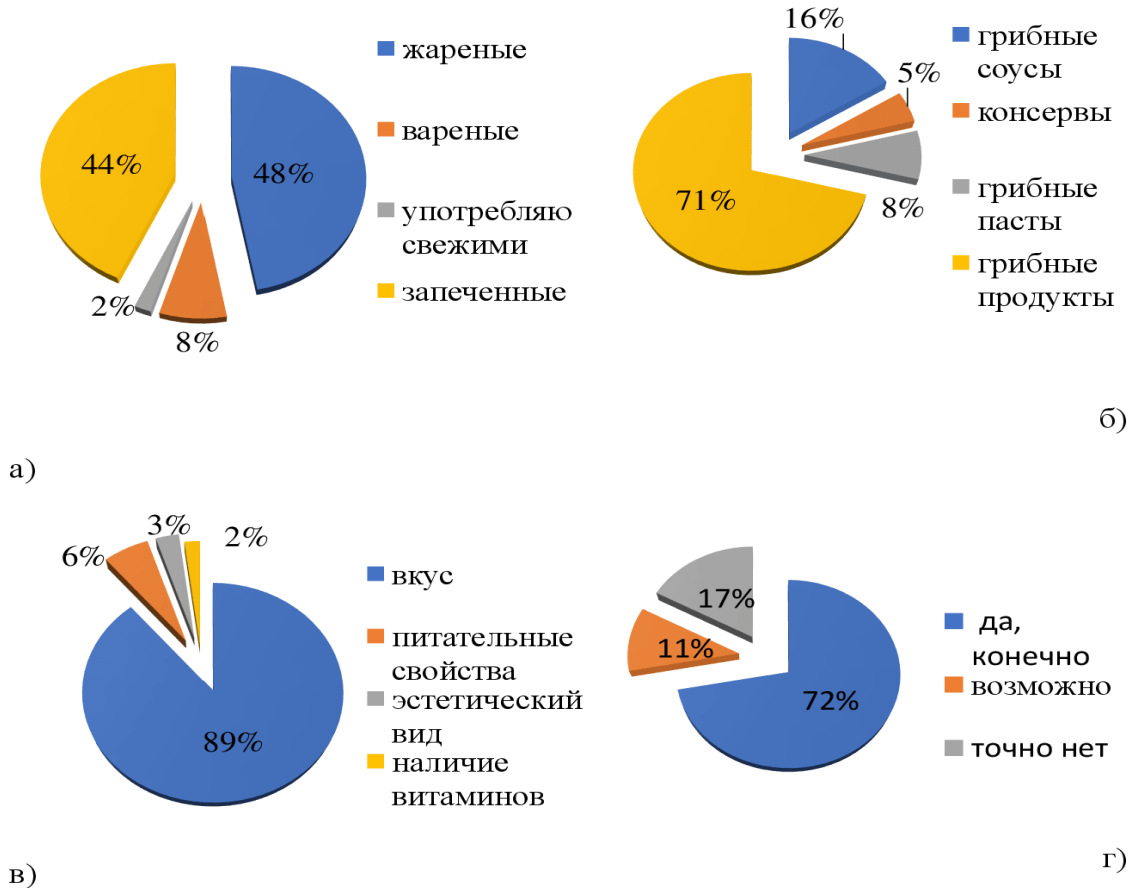


Рисунок 3.15 – Предпочтения при приготовлении:

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

В частности, среди переработанных продуктов наиболее популярными оказались грибные соусы, которые выбрали 16% опрошенных. Грибные соусы часто используются как добавка к блюдам и могут значительно обогатить их вкус. Исследования показывают, что грибы содержат натуральные глутаматы, которые придают соусам богатый умами-вкус, что делает их популярными в кулинарии. Соусы также могут содержать дополнительные ингредиенты, такие как специи и травы, что делает их универсальными для разнообразных рецептов.

Меньший интерес с точки зрения потребления выражен к грибным пастам (8%) и комбинированным консервам (5%). Грибные пасты, часто состоящие из

переработанных грибов и других ингредиентов, могут использоваться в качестве намазки или начинки, однако их специфика и более высокая цена могут ограничивать их популярность среди потребителей. Комбинированные консервы, которые могут включать грибы вместе с другими овощами или мясными продуктами, могут быть менее привлекательными для тех, кто ищет простые и прямолинейные грибные решения или же ориентируется на полезность и содержание натуральных ингредиентов.

На вопрос о привлекательности грибов, 89% респондентов отметили их вкус как основной фактор, вдохновляющий на употребление. Этот вкус объясняется наличием аминокислот, таких как глутамат, придающих грибам умами-вкус (приятный пикантный вкус). Питательные свойства грибов оценили лишь 6%, хотя они являются хорошими источниками витаминов группы В (например, В₂ и В₃) и минеральных веществ, таких как селен и медь, которые поддерживают обмен веществ и иммунную систему. Наличие витаминов привлекает только 2% респондентов, а эстетичный вид грибов – 3%.

72% респондентов считают грибы хорошей альтернативой мясу, особенно такие виды, как шиитаке, благодаря их текстуре и вкусу. Кроме того, грибы служат заменой мясу во время православных постов. Однако 11% выражают неопределенность, а 17% уверены, что это не так. Такое мнение может быть связано с тем, что грибы не содержат достаточного уровня белка и жизненно важных пищевых веществ, таких как витамин В₁₂ и гемовое железо. Несмотря на это, грибы могут дополнять растительные диеты, они не могут полностью заменить мясо, особенно для людей, нуждающихся в высоком содержании белка.

На основе данных социологических исследований, проводимых на выборочной основе, возможно совершенствование продовольственной политики в области продуктов грибоводства и определение стратегии, направленной на повышение эффективности производства разнообразных пищевых продуктов. В частности, это включает в себя улучшение показателей пищевой ценности переработанных продуктов из грибов. Стоит отметить, что существуют методы переработки данной важной группы товаров, а также проводятся маркетинговые

исследования для выявления предпочтений и мотиваций потребителей в отношении этих продуктов. Прогнозируется конкурентоспособность инновационных товаров.

Важность факторов, влияющих на покупку грибной продукции, распределилась следующим образом: для 40 % потребителей основополагающим фактором для приобретения грибной продукции является принадлежность их к импортным товарам (нам кажется, что здесь определяющим фактором выбора стало качество продукта), однако те же 40 % отдают предпочтение отечественному производителю, 10 % потребителей признают решающим критерием выбора цену товара и 10 % – внешний вид.

Проведенный опрос показал недостаточность существующего ассортимента сушеной грибной продукции и ее производных.

В рамках собственного исследования также было проведено онлайн анкетирование посетителей интернет-магазинов. Преимущества интернет-анкетирования перед очным социологическим опросом потребителей заключается в скорости его проведения и обработки, экономии ресурсов, возможности использования мультимедиа и минимализации погрешности ответов респондентов.

Интернет анкетирование было проведено при помощи веб-сервиса для создания опросов и анкетирования – Fogus для обратной связи с потребителями грибной продукции (российский проект, для граждан Российской Федерации пользование ресурсом бесплатное). По результатам автоматического информационно-аналитического интерактивного ресурса анкетирования был получен и структурирован графически сбор социологической информации, который разбили по тематическим группам: результаты опроса покупателей грибной продукции; результаты опроса неконтролируемых продавцов грибной продукции; результаты опроса специалистов; результаты опроса участников незаконных торговых рынков – работников торговых точек.

По мнению покупателей, законодательное решение о продаже грибной продукции только в специальных торговых предприятиях правильным считать не

стоит (мнение 92 % опрошенных покупателей) ибо у большинства людей нет возможности постоянно посещать крупные магазины (отсутствие по месту жительства). В опросе участвовали участники незаконных торговых рынков, которые, в большинстве своем, не считают такую торговлю нарушением законодательства (54 %). Аналогичные результаты опроса были получены от неконтролируемых продавцов грибной продукции, согласно мнению которых (91 %) считают запрет стихийной торговли неправильным.

Выявленные основные социально-экономические причины устойчивого спроса на услуги по незаконной торговле среди населения не являются основанием для разрешения такого вида деятельности, требуют неотлагательных мер по устранению указанных в исследовании нарушений торговли.

Выводы по главе 3

Оценка производства и потребления культивируемых грибов показала: наибольшей популярностью на мировом рынке пользуются шампиньоны (37 %) и вешенка (23 %), в России, соответственно 39 % и 37 %. Потребление свежих грибов в России составляет 1,5 кг на человека в год.

На основании социологического опроса жителей Донецкой Народной Республики и изучения предпочтений покупателей при покупке грибов и продуктов из грибов в Донецке были сделаны следующие выводы: значительная часть населения (45%) имеет среднемесячный доход до 20000 рублей, что говорит о том, что большинство респондентов находятся на низком и среднем уровне дохода. Более 28% опрошенных получают доход до 30000 рублей, и только 11% имеют доход до 50000 рублей. При этом 7% респондентов заявили о доходе более 50000 рублей.

Определена структура предпочтений покупателей, которая демонстрирует четкое предпочтение свежим грибам, что подчеркивает важность для производителей и поставщиков сосредоточиться на обеспечении свежести и качества продукции. В то же время, другие формы грибной продукции, такие как

консервированные, замороженные и сушеные, также находят свою нишу на рынке и могут быть привлекательны для определенных категорий потребителей.

На основании проведенного социологического опроса потребительских предпочтений покупателей грибной продукции при покупке в розничной торговой сети был установлен дисбаланс спроса–предложения на потребительском рынке продуктов грибоводства и разработаны предложения по совершенствованию рынка грибов в Донецком регионе, рекомендации приняты и внедрены (*Приложение С*).

Дана оценка производства и потребления продукции грибоводства (свежей и переработанной), а также представлена емкость внутреннего рынка грибов и перспективы его развития. Предложения направлены на развитие грибоводства в Донецкой Народной Республике с акцентом на возрождение в республике собственного производства культивируемых грибов в контексте национального проекта «Технология обеспечения продовольственной безопасности» и разработки Федеральных проектов по направлению «Технико-технологические независимости животноводства, пищевой и перерабатывающей промышленности», где неперенным условием является реализация программы импортозамещения (*Приложение С*).

ГЛАВА 4 ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА И СОХРАНЯЕМОСТИ СВЕЖИХ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ

4.1 Влияние основных параметров хранения на изменения органолептических свойств культивируемых грибов и степень их качества

Высокая пищевая ценность свежих грибов обуславливает их важность для обеспечения населения, поэтому, наряду с расширением производства, особое значение приобретает организация хранения, сокращение потерь и поддержание качества. Хранение грибов является важным способом улучшения доступности грибной продукции для потребителей в течение всего года [14, 21, 33, 39, 96, 98].

Основные цели хранения грибов включают:

- Обеспечение непрерывной физической доступности населения к свежим и переработанным грибам.
- Минимизацию товарных потерь, в том числе естественной убыли сохранение качества продукции в процессе хранения.
- Продление сроков товарной обработки культивируемых грибов после хранения [142, 154, 159, 162, 166, 183].

Для поддержания высокого качества свежих культивируемых грибов и минимизации потерь ключевыми факторами являются: правильная агротехника, учет состояния продукции перед закладкой на хранение (включая сортовые характеристики), создание и поддержание оптимальных условий хранения, а также систематический контроль состояния грибов и своевременная их реализация [174, 177, 183, 225, 229, 232].

Регулирование процессов, происходящих при хранении грибов, позволяет максимально сократить естественную убыль массы и предотвратить физиологическую порчу [239, 242, 257, 335, 358, 360], так как их клеточная структура и биохимический состав способствуют быстрому разложению.

Исследование качества и сроков годности свежих культивируемых грибов при хранении включало анализ изменений их органолептических, физико-

химических и анатомо-морфологических характеристик [273, 296, 301, 316, 328]. Значительные колебания питательных веществ в грибах, в частности, белков и углеводов, оказывают существенное воздействие на их вкусовые свойства. Для всех исследованных сортов культивируемых грибов было проанализировано влияние температурного режима, вида упаковочного материала и срока хранения на динамику органолептических свойств [380, 395, 412, 413].

Организация постановки эксперимента.

Для упаковки собранных грибов использовали следующие виды полимерных пленок:

- Пленка из полиэтилена низкой плотности (ПЭ) толщиной 20 микрометров.
- Поливинилхлоридная пленка (ПВХ).
- Стрейч-пленка (СП) – полиэтилен низкой плотности с повышенной растяжимостью, толщиной 20 мкм [55, 58, 63, 77].

Поддержание температурного режима осуществлялось в диапазонах $2 \pm 0,5$ °С и $4 \pm 0,5$ °С, при этом относительная влажность воздуха была одинаковой – 85 ± 2 %. В качестве эталонного образца применялись свежие грибы неупакованные, хранение которых проводилось при температуре $4 \pm 0,5$ °С. Органолептические характеристики оценивали через установленные интервалы времени. Эксперимент по хранению прекращали, когда на грибах появлялись первые признаки гниения либо происходило полное высыхание.

В соответствии с ГОСТ ISO 16778–2017 «Органолептический анализ. Оценка срока годности пищевой продукции», который устанавливает порядок органолептического анализа при оценке срока и условий хранения пищевой продукции, анализ может быть проведен посредством дескрипторного метода (этот подход отображает наиболее значимые сенсорные характеристики).

Были выбраны следующие дескрипторы (показатели): «Внешний вид», «Цвет», «Консистенция», «Запах\Аромат» и «Вкус и послевкусие». Выбранные показатели включены в разработанную 5-балльную шкалу для свежих грибов (Рисунок 4.1).

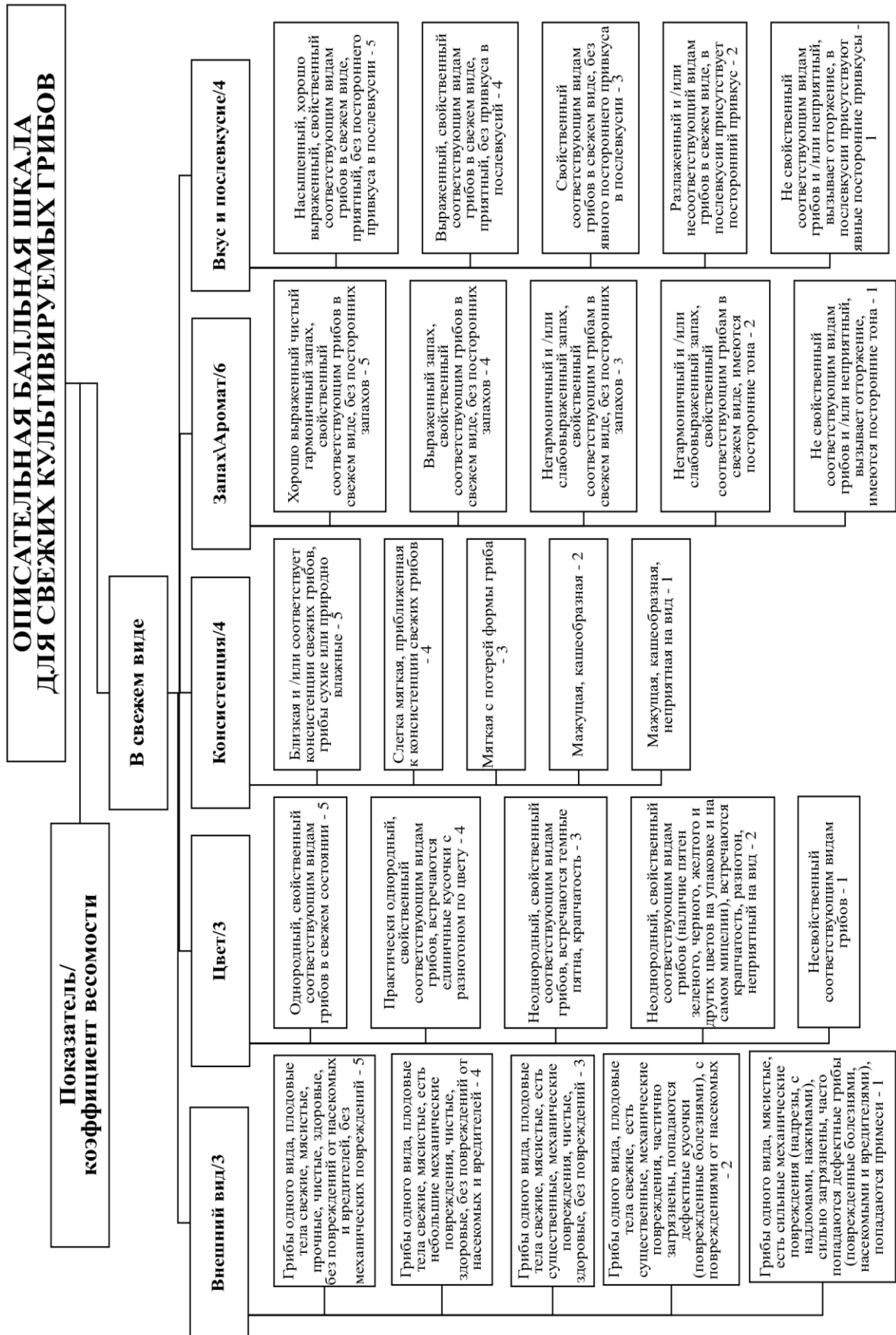


Рисунок 4.1 – Комплексная описательная балльная шкала оценки свежих культивируемых грибов

В целях составления балльных шкал оценки различной грибной продукции нами были получены коэффициенты весомости для каждого ее вида. Для этого на основе данных, полученных с предприятий города, была составлена таблица, содержащая балльные оценки, данные грибной продукции самими предприятиями по 5 органолептическим показателям за определенный промежуток времени. Используя математический, статистический и прогнозный инструментарий цифровой платформы Excel были рассчитаны коэффициенты весомости для каждого органолептического показателя (расчет производился с учетом того, что сумма коэффициентов весомости составляла 20, поскольку идеальная оценка состояния принималась равной 100 %). В *Приложении Г* показан пошаговый ход решения данной задачи.

Положения, установленные в МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» дали возможность определить сроки выемки грибов для дальнейшей оценки и понимания соответствия или отклонения от требований стандарта свежей грибной продукции, что позволило дать оценку соответствия продуктов установленным гигиеническим требованиям, а также предупредить их возможное вредное воздействие на здоровье человека и среду обитания.

Сроки годности грибов, выявленные при проведении исследований, превышают рекомендуемый срок годности, указанный в технической документации, на время, определяемое коэффициентом резерва (коэффициент резерва соответствует требованиям в положениях, освещенных в МУК 4.2.1847-04). Для свежих грибов, при сроках годности до 7 суток включительно, как для скоропортящихся продуктов питания, коэффициент резерва составляет 1,5; при сроках годности до 30 суток включительно – 1,3.

Оценку органолептических показателей упакованных и неупакованных грибов, проводили дегустационной комиссией в составе 10 человек на кафедре товароведения продовольственных товаров и экспертизы продукции сельского хозяйства. Изменение органолептических показателей качества неупакованных грибов представлено на примере шампиньона в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Изменение органолептических показателей шампиньонов на разных сроках хранения при температуре $4 \pm 0,5$ °С

Наименование показателя	Фактические данные в зависимости от сроков хранения (сутки)			
	свежесрезанные	3 суток	5 суток	7 суток
Внешний вид	Грибы целые, чистые, сухие, немытые, здоровые, упругие, ножки подрезаны (без следов тепличного материала) или никак не подрезаны, с незначительными механическими повреждениями, не замороженные; без видимых следов химических веществ от опрыскивания (пятна затеки). Покрывало плотное, прилегает к ножке и краю шляпки	Чистые, целые, упругие, с естественной увлажненностью, не замороженные, гладкие, ножки подрезанные, без трещин и механических повреждений. Покрывало плотное, целое, прилегает к ножке	Целые, упругие, слегка увлажненные, не заморожены, гладкие, незначительные трещины и вмятины. Покрывало не совсем целое и не прилегает к ножке	Целые, мягкие, сильно увлажненные, гладкие, со следами от вмятин, небольшие трещины. Остатки покрывала или его отсутствие
Окраска поверхности и шляпки	Кремовато-серая, розоватая или темно-кремовая с различными оттенками, присущими штаммам или сортам	От светло-серого до темно-серого с различными оттенками коричневого	От серого до темно-серого с различными оттенками серого	Серая с оттенками темно-серого и черного
Окраска мякоти шляпки на свежем разрезе	Кремовато-белая с розовым оттенком	Кремовая с потемнением к основанию шляпки	От кремового до коричневого с потемнением к основанию	Коричневый с потемнением к основанию
Запах и вкус	Характерный для свежих шампиньонов, без посторонних запахов и вкуса	Приятный, ярко выраженный, грибной, запах свежих грибов, без посторонних запахов и привкусов	Неярко выраженный, запах залежалости, вкус выраженный грибной, сладковатый	Отсутствие выраженного грибного запаха, неприятный затхлый запах с примесью запаха гнили
Степень зрелости	Шляпки закрытые, не плоские, полусферические. Цвет пластинок с нижней стороны шляпки имеют кремовый или бледно-бурый цвет	Шляпки закрытые, полусферические	Шляпки закрытые, полусферические, к ножке гриба более коричневой окраски	Шляпки открытые, полусферические, к ножке гриба более темной окраски

Изменение органолептических показателей всех исследуемых видов культивируемых грибов на разных сроках хранения при температуре $4\pm 0,5$ °С представлено в *Приложении Д*.

По ГОСТ Р 56827–2015 на товарные сорта подразделяются только шампиньоны свежие, для других же видов грибов подразделение на сорта не предусмотрено, что может затруднять объективную оценку их сенсорных характеристик. В связи с этим, после проведения балльной оценки органолептических показателей других видов исследуемых грибов, в соответствии со стандартом ЕЭК ООН FFV-24 их условно подразделяли на три сорта: высший, первый и второй [241]. «Положение настоящего стандарта распространяются на карпофоры (плодовые тела) культивируемых грибов разновидностей, полученных от рода *Agaricus* (синоним – *Psalliota*), поставляемые потребителям в свежем виде; за исключением грибов, предназначенных для промышленной переработки» [306, с. 3].

Качество свежих грибов оценивалось посредством балльной системы, учитывающей значимость каждого параметра. Наибольший вес в оценке имел запах или аромат свежих грибов. Оценка качества свежих грибов, основанная на балльной системе с особым акцентом на запах и аромат, вполне закономерна. Дело в том, что запах является одним из первых и наиболее мощных сенсорных сигналов, которые мы воспринимаем при контакте с продуктом питания. Он позволяет быстро и зачастую безошибочно оценить его свежесть, пригодность и даже безопасность для употребления. В случае с грибами, испорченные или пораженные вредителями экземпляры нередко обладают резким, неприятным запахом, свидетельствующим об их непригодности.

Аромат грибов, помимо индикации свежести, также определяет их сортовую принадлежность и вкусовые характеристики. Разные виды грибов обладают уникальными ароматическими профилями, которые опытный грибник или повар может безошибочно идентифицировать. Этот сенсорный «отпечаток» позволяет заранее оценить кулинарный потенциал гриба, его сочетаемость с другими продуктами и ожидаемый вкусовой эффект в готовом блюде. В отличие

от вкуса, который проявляется лишь при непосредственном употреблении, аромат позволяет получить первоначальное представление о продукте на расстоянии.

Приоритет запаха и аромата в органолептической оценке свежих грибов объясняется их важной ролью в определении свежести, сортовой принадлежности и кулинарного потенциала продукта. Запах является более объективным и информативным показателем, чем вкус, позволяющим получить быстрое и точное представление о качестве гриба еще до его употребления.

Далее по убыванию значимости следовали вкус и послевкусие. Вкус, безусловно, важен при оценке качества грибов, но его восприятие во многом субъективно и может быть искажено различными факторами, такими как индивидуальные предпочтения, состояние вкусовых рецепторов и даже эмоциональное состояние человека. Так как вкус часто зависит от способа приготовления гриба, то чтобы оценить его изначальное качество и потенциал, гриб дегустируют в свежем виде, еще до термической обработки.

Далее следуют консистенция, а также внешний вид и цвет. Доли коэффициентов весомости для каждого показателя в общей оценке составляли: 6, 4, 4, 3 и 3 соответственно.

Качество шампиньонов на момент закладки на хранение соответствовало требованиям стандарта (высший сорт): грибы чистые, целые, упругие и здоровые, без повреждений, без следов тепличного материала на основании ножки, грибы подрезанные, срез чистый, грибы без излишней внешней влажности. Не подмороженные; типичные по форме и окраске, свойственны ботаническим сортам; запах и вкус без посторонних; шляпки закрытые, не плоские, цвет пластинок бледно-розовый.

Через трое суток хранения контрольные образцы шампиньонов имели незначительное увядание и ослабление аромата, что соответствует первому сорту. При оценке органолептических показателей на 5 сутки хранения поверхность начала приобретать сероватый оттенок, увлажненность поверхности шляпки превышала норму, грибной запах был слабо уловим, вкус без посторонних. На этом сроке хранения шампиньоны были отнесены ко 2 сорту.

На 7-мые сутки хранения нами отмечено появление темных пятен на поверхности, остатки покрывала, а местами и его отсутствие, размягчение консистенции, шляпки все открытые, полусферической формы, окраска поверхности шляпки серая с оттенками темных тонов, отсутствие выраженного грибного запаха, неприятный затхлый аромат. По результатам выставленных балльных оценок по органолептическим показателям качества, контрольный образец был определен как технический брак и снят с хранения.

Для комплексной органолептической оценки свежих культивируемых грибов в упаковке и без упаковки, был применен дескрипторно-профильный метод, который позволил нам более точно выразить оценку значимости совокупности основных органолептических показателей.

По результатам дегустации органолептических показателей были выставлены балльные оценки в соответствии с разработанной 5-балльной шкалой и рассчитана комплексная балльная оценка. Комплексные (суммарные) балльные оценки по выемкам исследуемых видов свежих культивируемых грибов неупакованных и упакованных в различные упаковочные материалы при различных температурных режимах представлены в *Приложении Е*. Комплексная (суммарная) балльная оценка комплексного показателя качества дает возможность отображать достоверно оценку всех органолептических показателей комплексно и одновременно.

Полученные результаты позволили по каждому из показателей построить профили сенсорной оценки каждого вида исследуемых культивируемых грибов при хранении в разной упаковке (Рисунок 4.2÷4.7).

Исследования продемонстрировали, что грибы, упакованные в ПВХ и СП пленки, после пятидневного хранения при температуре $2\pm 0,5$ °С, характеризуются отличным качеством, оцененным в 4,08 и 4,04 балла соответственно, что соответствует высшему сорту.

После семи 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 второму сорту. Продолжительное хранение в течение 10

дней вызывало увеличение площади темных пятен на шляпках грибов, изменение цвета в сторону более темного оттенка и появление слабовыраженного гнилостного запаха, после чего хранение шампиньонов было прекращено

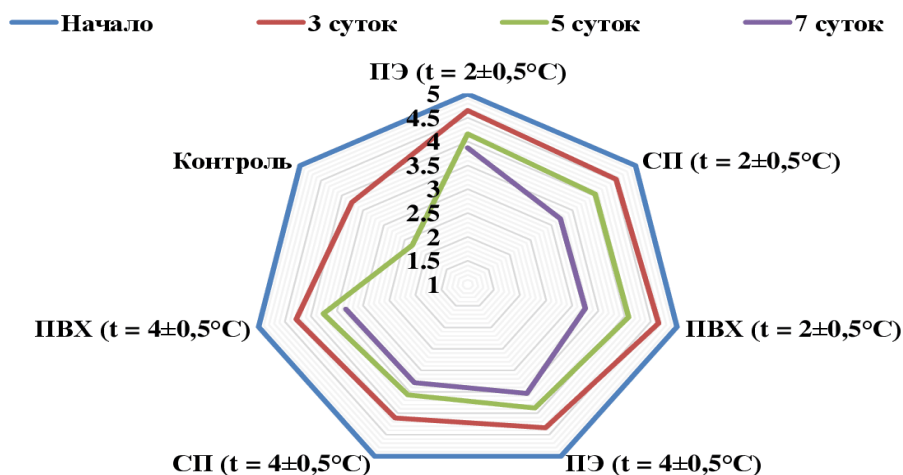


Рисунок 4.2 – Профиль комплексной органолептической оценки шампиньонов в процессе хранения при различных температурах

Грибы, упакованные в полиэтилен, обладают свежестью и сохраняют присущие им характеристики – внешний вид, оттенок, аромат и плотность – на протяжении пяти дней, отвечая требованиям первого сорта. К седьмому дню хранения аромат становится слабее, а количество раскрывшихся шляпок увеличивается; на этой стадии грибы можно классифицировать как второй сорт и рекомендовать для дальнейшей переработки. На восьмой день партия была признана непригодной для реализации и списана как брак.

Хранение шампиньонов при температуре $4 \pm 0,5^\circ\text{C}$, 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, по прошествии трех дней соответствуют критериям первого сорта. 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 второй сорт, а в дальнейшем на седьмой день они признаются непригодными к реализации и подлежат утилизации.

Исследование выявило, что при поддержании температуры $2\pm 0,5$ °С, упакованные грибы вешенки сохраняют свежесть, характерные органолептические свойства (внешний вид, цвет, запах и консистенцию) и соответствуют высшему сорту на протяжении трех дней (Рисунок 4.3). После трехдневного хранения качество вешенки, упакованной в ПВХ и стретч-пленку, оценивается как высокое (4,44 и 4,45 балла, соответственно). Впоследствии наблюдается появление пигментации на шляпке и отделение ножки. Аромат становится менее выраженным, но оттенок и плотность грибов практически не изменяются в течение шести дней и соответствуют первому сорту. При более длительном хранении наблюдается потемнение окраски и появление легкого запаха гниения. Таким образом, через 8 суток хранения вешенка соответствует второму сорту, а в дальнейшем исключается из хранения.

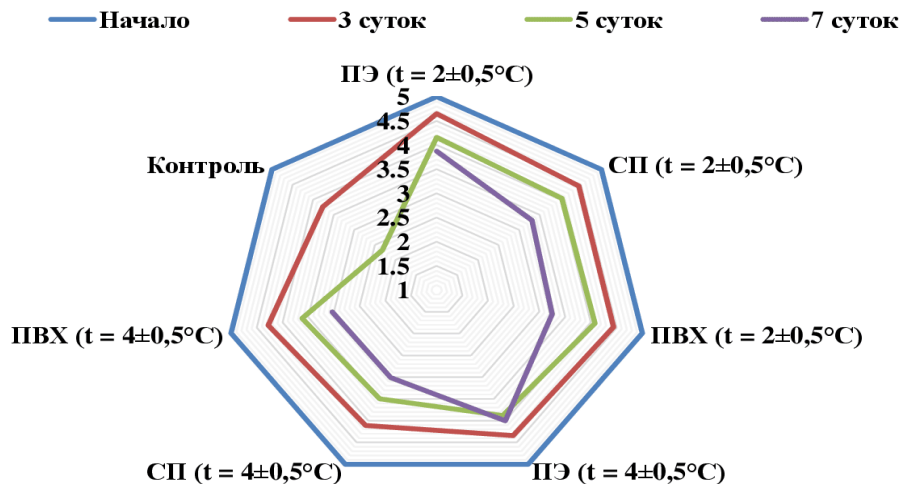


Рисунок 4.3 – Профиль комплексной органолептической оценки вешенки в процессе хранения при различных температурах

Хранение упакованной вешенки при температуре $4\pm 0,5$ °С позволяет сохранить ее свежесть и отнести к высшему сорту в течение первых 48 часов.

После этого наблюдается потемнение всей поверхности шляпки, интенсивность запаха снижается, а консистенция остается почти неизменной. Таким образом, грибы после трех суток соответствуют первому сорту. К пятому дню хранения отмечается увядание шляпок и ножек, грибы переводят во второй сорт. После наблюдается размягчение тканей и появление выраженного запаха гнили, не свойственного свежим грибам. Вследствие этих изменений вешенка исключается из дальнейшего хранения.

По истечении 72 часов хранения контрольного образца вешенки отмечается незначительное изменение цвета всей шляпки (потемнение) и снижение интенсивности запаха. В соответствии с этими изменениями грибы отнесены к первому сорту.

На пятый день хранения наблюдается размягчение тканей и появление неприятного запаха. В результате балльной оценки контрольный образец был признан несоответствующим требованиям и исключен из дальнейшего хранения.

При температуре $2 \pm 0,5$ °С, хранение опят в полиэтиленовой упаковке позволяет сохранить их свежесть, типичный внешний вид, цвет, аромат и текстуру на протяжении пяти дней (оценка 4,78 балла). Это указывает на их принадлежность к высшему сорту (Рисунок 4.4).

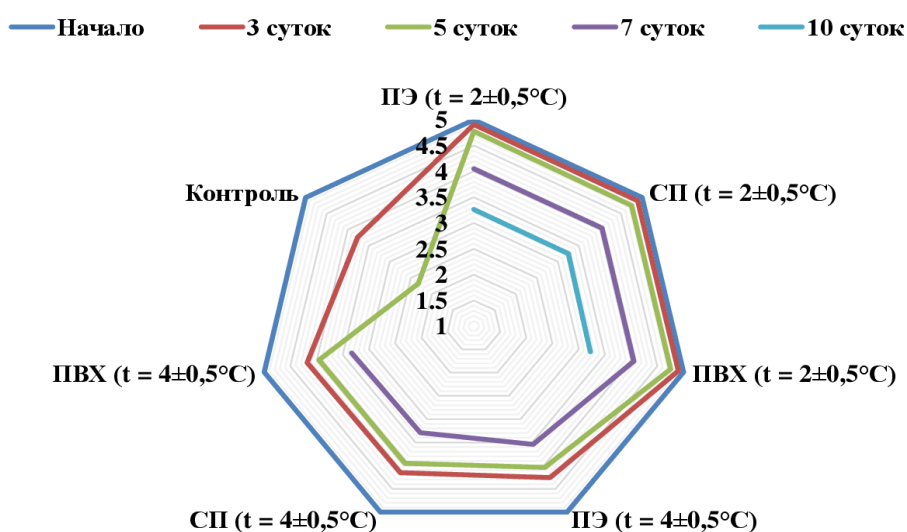


Рисунок 4.4 – Профиль комплексной органолептической оценки опят в процессе хранения при различных температурах

Опята, обернутые в ПВХ и стретч-пленку, сохраняют высокое качество (оцениваемое в 4,75 балла) в течение пяти дней после упаковки. Тем не менее, при более длительном содержании начинают проявляться признаки ухудшения: возникают потемнения, аромат становится менее выраженным. При этом цвет и текстура в основном остаются неизменными на протяжении недели. Если хранение продолжается дольше, количество темных пятен увеличивается, грибы темнеют и приобретают несвежий запах. В итоге, через десять дней хранения опята отвечают лишь требованиям второго сорта, а далее считаются непригодными для дальнейшего хранения и оценки.

Опята в упаковке, хранящиеся при температуре $4 \pm 0,5$ °С, оставались годными к употреблению, показывали отличные характеристики и отвечали высшему качеству в течение 72 часов. В дальнейшем наблюдалось потемнение всей шляпки, ослабление запаха, при этом консистенция почти не изменялась. Соответственно, после пяти суток хранения грибы соответствовали первому сорту. На 7-мые сутки хранения отмечалось увядание шляпки и ножки, в результате чего опята были отнесены ко второму сорту, а в последующий день отмечалось размягчение консистенции и появление сильного запаха гниения, нехарактерного для грибов, вследствие чего они были сняты с хранения.

Спустя двое суток хранения контрольного образца опят отмечается легкое увядание и потемнение всей поверхности шляпки, а также снижение интенсивности запаха. В соответствии с этими признаками грибы отнесены к первому сорту.

На пятый день хранения в результате балльной оценки контрольный образец был признан несоответствующим требованиям и исключен из дальнейшего хранения.

Упакованный кольцевик, хранящийся при температуре $2 \pm 0,5$ °С, в течение семи суток соответствует высшему сорту и имеет высокие балльные оценки качества – 4,07; 4,05 и 4,01 баллов (Рисунок 4.5).

Спустя двенадцать суток после помещения грибов в упаковку из полиэтилена, поливинилхлорида и стретч-пленки, их качественные

характеристики оцениваются как соответствующие первому сорту (3,75; 3,64 и 3,62 балла, соответственно).

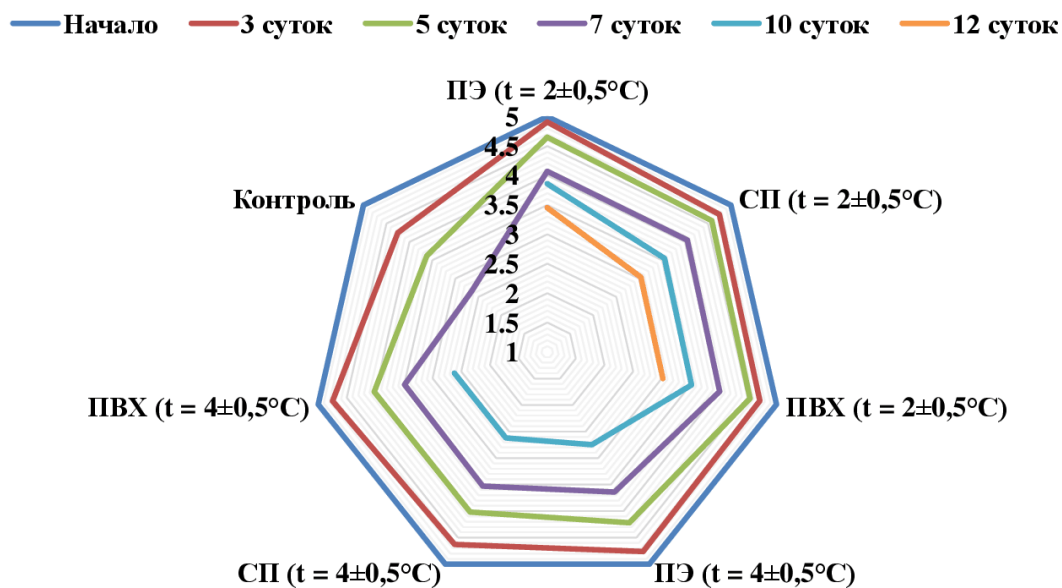


Рисунок 4.5 – Профиль комплексной органолептической оценки кольцевика в процессе хранения при различных температурах

В дальнейшем наблюдается снижение интенсивности аромата, в то время как оттенок и структура практически не претерпевают изменений на протяжении указанного периода. Дальнейшее хранение способствует размягчению тканей, потемнению цвета и появлению легкого постороннего запаха. Как следствие, на четырнадцатый день хранения кольцевик переходит ко второму сорту и в последствии подлежит изъятию.

Сохранение кольцевика при температуре $4 \pm 0,5^\circ\text{C}$ обеспечивает его свежесть и принадлежность к высшему сорту на протяжении четырех суток. По истечении этого времени аромат ослабевает, однако текстура остается практически неизменной. Следовательно, после недельного хранения грибы соответствуют первому сорту. Спустя 10 суток возникают потемнения, происходит увядание шляпки, консистенция становится мягкой, появляется несвойственный запах и, как результат – минимальные оценки по баллам (2,62–2,75 балла). В итоге кольцевик относится ко второму сорту и далее признается непригодным для дальнейшего хранения.

Спустя пять суток хранения контрольного образца кольцевика отмечается легкое увядание и потемнение краев шляпок, снижение интенсивности запаха. В соответствии с этими признаками грибы идентифицированы как первый сорт. На седьмой день хранения наблюдается образование темных пятен, что соответствует второму сорту. Далее наблюдается размягчение тканей и появление неприятного запаха, в результате балльной оценки контрольный образец был признан несоответствующим требованиям и исключен из дальнейшего хранения.

При хранении шиитаке, упаковка во все используемые варианты полимерных пленок, обеспечивает длительное хранение грибов без существенных изменений в их органолептических характеристиках, таких как вкус, запах и внешний вид (Рисунок 4.6).

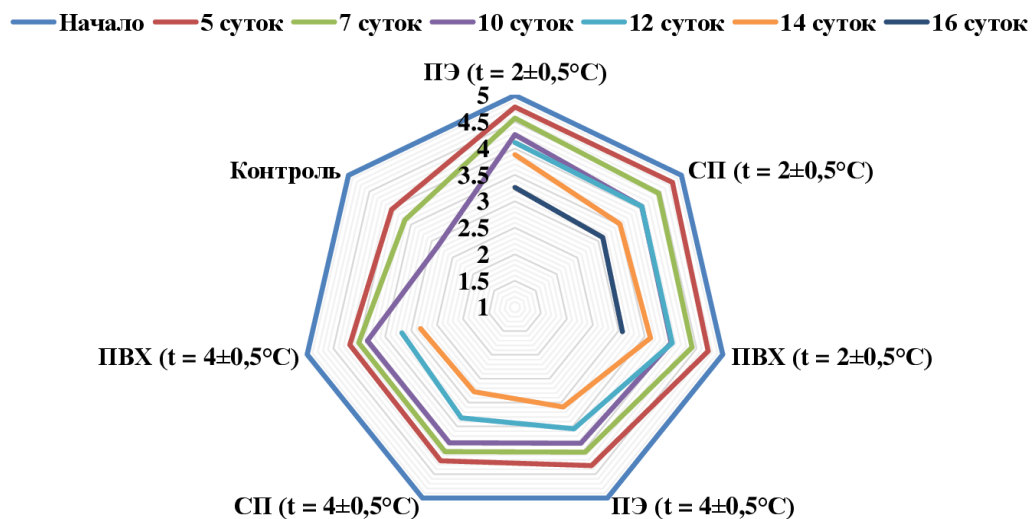


Рисунок 4.6 – Профиль комплексной органолептической оценки шиитаке в процессе хранения при различных температурах

Поддержание температуры в диапазоне $2 \pm 0,5^\circ\text{C}$ дает возможность сохранить внешний вид, окраску, запах и структуру грибов шиитаке на протяжении семи дней. Это позволяет им оставаться в пределах высокого качества и получать высокие оценки при дегустации. К шестнадцатым суткам отмечается незначительное уменьшение влажности, но существенных изменений в запахе и плотности не происходит.

На всем протяжении периода хранения качество шиитаке не опускалось ниже первого сорта, а оценки колебались в пределах 3,47–3,65 баллов, что отражает среднестатистические показатели качества. Продолжительное хранение приводит к ухудшению плотности и эластичности, а также к снижению интенсивности аромата. Следовательно, после пятнадцати дней хранения грибы шиитаке переводятся во второй сорт.

Грибы шиитаке в упаковке, которые хранились при температуре $4\pm 0,5$ °С, к восьмому дню хранения практически не отличались внешне от только что упакованных. Они сохраняли характерный внешний вид, запах, цвет и консистенцию. Балльная оценка подтвердила их высокое качество, соответствующее высшему качеству. Однако, по истечении 10 суток наблюдалось потемнение шляпок и появление темной каймы по краю. Снижение интенсивности запаха привело к снижению балльных оценок, в результате чего грибы были идентифицированы как первый сорт. Дальнейшее хранение шиитаке сопровождалось увяданием плодового тела и ослаблением грибного запаха. Следовательно, после 14 суток хранения грибы были отнесены ко второму сорту и в последствии сняты с хранения.

Уже спустя пять дней хранения контрольного образца шиитаке можно было заметить ухудшение его качественных параметров, что выражалось в появлении более темного оттенка и менее выраженного аромата. В связи с этим грибы были отнесены к первому сорту. К 8-м суткам хранения отмечалось сморщивание плодового тела, дальнейшее ослабление запаха, приобретение темно-коричневого оттенка и получение низких оценок качества. В результате уровень качества был оценен как второй сорт, и впоследствии грибы были изъяты.

Упаковка грибов мейтаке в полимерные пленки позволяет существенно увеличить срок их хранения, практически без изменения органолептических свойств (Рисунок 4.7).

При температуре хранения $2\pm 0,5$ °С, грибы мейтаке, упакованные в различные материалы, в течение 12 дней сохраняли все присущие им органолептические характеристики, что позволило отнести их к высшему сорту.

На 14-й день хранения отмечалось потемнение окраски и снижение интенсивности запаха.

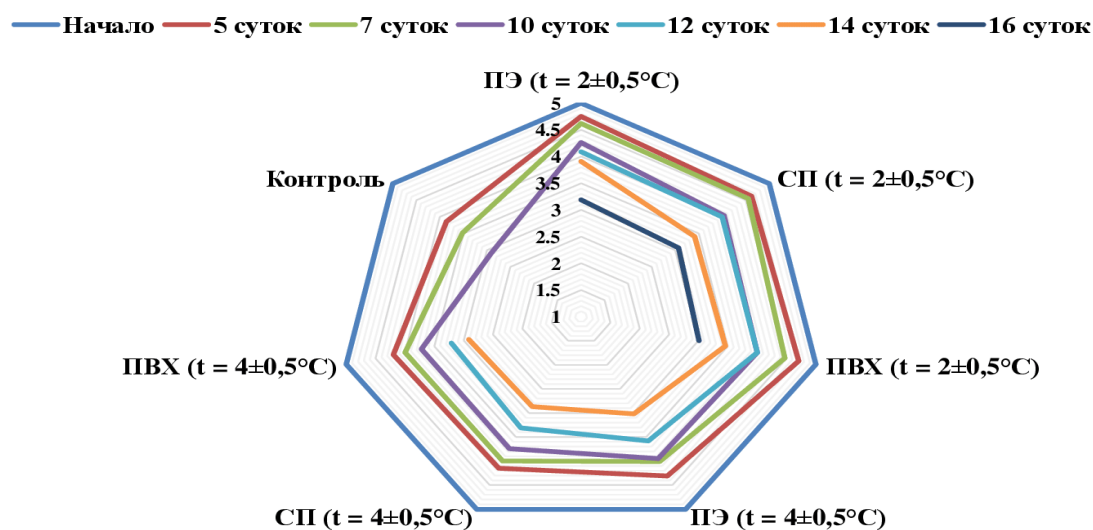


Рисунок 4.7 – Профиль комплексной органолептической оценки мейтаке в процессе хранения при различных температурах

Однако, даже при этих изменениях, грибы соответствовали требованиям стандарта, предъявляемым к свежей продукции, и относились к первому сорту, что подтверждалось высокими оценками (от 3,71 до 3,85 баллов). После 18 дней хранения наблюдалось небольшое подсыхание краев шляпок и легкое увядание, вызванное потерей клеточного давления. Изменения в запахе и консистенции были минимальными. На протяжении всего периода хранения качество мейтаке соответствовало второму сорту. После 20 суток хранения шиитаке не соответствовали требованиям качества и были сняты с хранения.

Десятидневное хранение упакованных грибов мейтаке при температуре $4\pm 0,5$ °C не выявило значимых отклонений от первоначального состояния, что позволило отнести их к высокому качеству, подкрепленному высокими оценками. К двенадцатому дню хранения аромат грибов начал ослабевать. Исходя из этого, грибы были переклассифицированы в первый сорт. Продолжительное хранение вызвало ухудшение текстуры и снижение интенсивности запаха. В конечном итоге, к 14 дню хранения грибы были признаны соответствующими второму сорту и после не подлежали хранению.

Грибы мейтаке без упаковки (контрольная группа) начали терять свои потребительские свойства уже на пятый день хранения: отмечалось изменение цвета в сторону более темного, образование коричневых участков на поверхности шляпок, уменьшение интенсивности запаха и потеря тургора. Это соответствовало первому сорту с оценкой в 3,96 балла. Спустя неделю хранения произошло разделение структуры грибного тела, запах практически не ощущался, а окраска грибов приобрела выраженный темно-коричневый оттенок. Как следствие, качество упало до второго сорта, и данный образец на 8 сутки был признан непригодным для дальнейшего хранения и реализации. Результаты исследования подтвердили, что упаковка мейтаке в полимерную пленку существенно увеличивает срок их годности.

Так как исследуемые культивируемые грибы обладают высоким содержанием влаги, то легко подвержены порче. Правильная упаковка играет ключевую роль в продлении срока их хранения и сохранении товарного вида. Пленка из полиэтилена низкой плотности (ПЭ) толщиной 20 микрон оказывается оптимальным выбором для упаковки грибов по ряду причин.

Во-первых, ПЭ обладает хорошей газопроницаемостью. Грибы, будучи живыми организмами, продолжают дышать и после сбора. ПЭ позволяет им «дышать», обеспечивая достаточный приток кислорода и отвод углекислого газа, что замедляет процессы анаэробного разложения и предотвращает образование неприятных запахов. В отличие от ПВХ, ПЭ обладает более высокой проницаемостью для газов, что жизненно важно для свежести грибов.

Во-вторых, ПЭ создает умеренный барьер для влаги. Полная герметичность, обеспечиваемая, например, некоторыми видами ПВХ, в случае с грибами нежелательна. Избыточная влага внутри упаковки провоцирует развитие плесени и бактерий, ускоряя порчу продукта. ПЭ позволяет немного влаге испаряться, поддерживая оптимальный уровень влажности внутри упаковки.

В-третьих, стрейч-пленка, несмотря на свою растяжимость, не всегда подходит для упаковки грибов. Ее плотное прилегание к продукту может вызвать повреждения нежных грибных шляпок, а также ограничить доступ воздуха.

Кроме того, стрейч-пленка часто бывает более дорогой, чем ПЭ, что делает ее менее выгодной для массовой упаковки.

Таким образом, пленка из ПЭ толщиной 20 микрон обеспечивает оптимальный баланс газопроницаемости и влагоудержания, позволяя грибам «дышать» и предотвращая образование избыточной влаги, что в итоге продлевает срок их хранения и сохраняет качества

По результатам проведенных исследований предложены рекомендации по оптимальным срокам хранения для исследуемых свежих культивируемых грибов в упаковке пленкой из ПЭ толщиной 20 микрон и без упаковочного материала, которые приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Рекомендуемые сроки и режимы хранения исследуемых свежих культивируемых грибов

Гриб	Относительная влажность окружающей среды, %	Срок хранения, сутки	
		без упаковки 4±0,5 °С	в упаковке (ПЭ) 2±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

Так, рекомендуется хранить все виды свежих культивируемых грибов при низких положительных температурах, при относительной влажности воздуха от 80 % до 85 %, в зависимости от их вида. Сроки хранения увеличиваются при понижении температуры от 4 до 2 °С, так, например, хранение свежих шиитаке и мейтаке увеличивается на 12 суток, а свежего шампиньона на 4 суток.

Для оценки сохраняемости свежих грибов в процессе хранения, как в различных упаковочных материалах, так и без в контексте их пригодности к дальнейшему использованию или какому-либо практическому применению в данном исследовании разработали (ввиду отсутствия градаций и рекомендаций в нормативной документации) и определили степени качества грибной продукции.

Степень качества – это степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям. Это определение указано в стандарте ГОСТ Р ИСО 9000–2015 национальный стандарт Российской Федерации «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь». Идентичен международному стандарту ИСО 9000:2015 (ISO 9000:2015 «Quality management systems — Fundamentals and vocabulary», IDT).

Понятие «степень» в определении качества позволяет адекватно описать неоднозначную оценку совокупности свойств продукции. Такая вариативность восприятия качества делает его сложным для однозначного определения и стандартизации. Попытки унифицировать критерии качества сталкиваются с субъективностью потребительских предпочтений и контекстуальными факторами, определяющими значимость тех или иных свойств продукта. То, что для одного потребителя является критически важным недостатком, для другого может оказаться несущественным. Следовательно, оценка качества продукции всегда является относительной и зависит от ряда условий, таких как целевая аудитория, сфера применения продукта, а также сложившиеся рыночные стандарты и ожидания. Производители, стремящиеся к повышению качества, должны учитывать эту многогранность и гибко адаптировать свои стратегии, ориентируясь на конкретные потребности и запросы своих потребителей.

Использование термина «степень» позволяет зафиксировать эту неоднозначность и отразить спектр возможных оценок. Вместо категоричного утверждения о наличии или отсутствии качества, мы говорим о его степени выраженности – от едва заметной до максимальной. Это подразумевает, что качество не является бинарной опцией, а скорее непрерывным континуумом, на котором продукт занимает определенное место в зависимости от совокупности своих характеристик и их соответствия ожиданиям потребителей. Таким образом, «степень качества» становится более точным и информативным инструментом для описания этого сложного и многогранного понятия.

Были определены 5 степеней качества в иерархии от высшего порядка к низшему (Таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Определение степени качества свежих культивируемых грибов в соответствии с характеристикой комплексного показателя

Степень качества	Баллы	Характеристика комплексного показателя качества
5 степень (наивысшая)	9-10	Грибы одного вида, плодовые тела свежие, мясистые, прочные, чистые, здоровые, без повреждений от насекомых и вредителей, без механических повреждений Цвет однородный, свойственный соответствующим видам грибов в свежем состоянии Консистенция близкая и /или соответствует консистенции свежих грибов, грибы сухие или природно влажные. Хорошо выраженный чистый гармоничный запах, свойственный соответствующим видам грибов в свежем виде, без посторонних запахов. Вкус насыщенный, хорошо выраженный, свойственный соответствующим видам грибов в свежем виде, приятный, без постороннего привкуса в послевкусии
4 степень (хорошая)	7-8,9	Грибы одного вида, плодовые тела свежие, мясистые, есть небольшие механические повреждения, чистые, здоровые. Цвет практически однородный, встречаются единичные кусочки с разнотонном по цвету. Консистенция слегка мягкая, приближенная к консистенции свежих грибов. Выраженный запах, свойственный, без посторонних. Вкус выраженный, свойственный соответствующим видам грибов в свежем виде, приятный, без привкуса в послевкусии
3 степень (удовлетворительная)	5-6,9	Грибы одного вида, плодовые тела свежие, мясистые, есть существенные, механические повреждения, чистые, здоровые. Цвет неоднородный, свойственный, встречаются темные пятна, крапчатость. Консистенция мягкая с потерей формы гриба. Негармоничный и /или слабовыраженный запах, без посторонних. Вкус свойственный в свежем виде, без явного постороннего привкуса в послевкусии
2 степень (низкая)	2-4,9	Грибы одного вида, плодовые тела свежие, есть существенные, механические повреждения, попадаются дефектные кусочки (поврежденные болезнями), с повреждениями от насекомых. Цвет неоднородный (наличие пятен зеленого, черного, желтого и других цветов на упаковке и на самом мицелии), встречаются крапчатость, разнотон, неприятный на вид. Консистенция мажущая, кашеобразная. Негармоничный и /или слабовыраженный запах, свойственный соответствующим грибам в свежем виде, имеются посторонние тона. Вкус разлаженный и /или несоответствующий, в послевкусии присутствует посторонний привкус
1 степень (отрицательная)	0-1,9	Грибы одного вида, мясистые, есть сильные механические повреждения (надрезы, с надломами, нажимами), сильно загрязнены, часто попадаются дефектные грибы (поврежденные болезнями, насекомыми и вредителями). Цвет несвойственный соответствующим видам грибов. Консистенция мажущая, кашеобразная, неприятная на вид. Запах не свойственный и /или неприятный, вызывает отторжение, имеются посторонние тона. Вкус не свойственный соответствующим видам грибов и /или неприятный, вызывает отторжение, в послевкусии присутствуют явные посторонние привкусы

Такой подход позволяет не только дифференцировать продукцию по степени ее соответствия установленным стандартам, но и определить конкретные направления для выбора способа переработки и прогнозирования производственных процессов.

Разработанные степени качества можно использовать в дальнейшем при рекомендациях для хранения, реализации и выбора переработки свежих культивируемых грибов (Таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Рекомендации по хранению, реализации и последующего выбора 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 (тенева, 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

Определение степени качества свежих шампиньонов в процессе хранения при температурах $4\pm 0,5$ °С и $2\pm 0,5$ °С представлено на рисунке 4.8.

Как видно из рисунка 4.8, при хранении упакованных шампиньонов свежих, максимальные значения, соответствующие 5 и 4 степеням качества, сохраняются в условиях охлаждения в течение 6 суток в упаковках ПЭ и СП, а в упаковке ПВХ соответствуют лишь 3 степени – удовлетворительной. По истечении 6 суток, при температуре хранения 4 ± 2 °С, и 8 суток при температуре хранения $2\pm 0,5$ °С продукция в упаковках ПЭ соответствует 3 степени качества, а в ПВХ – 2 степени (низкой). Продолжительное хранение неизбежно ведет к ухудшению всех качественных характеристик.

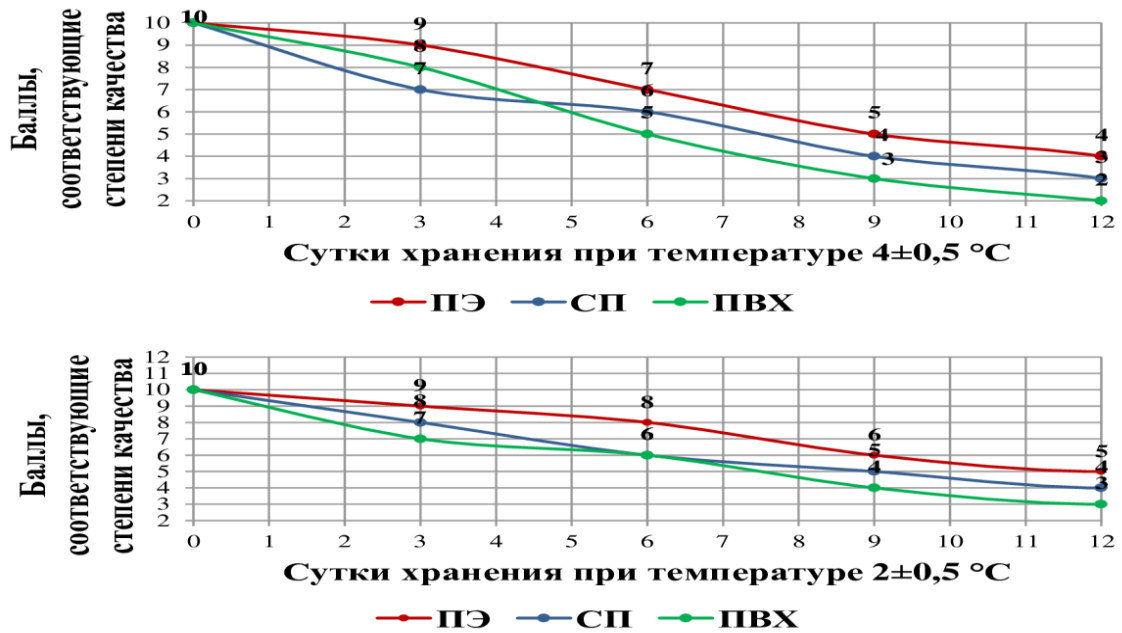


Рисунок 4.8 – Оценка степени качества свежих шампиньонов в зависимости от типа упаковочной пленки при хранении (2÷4 °C)

Так, через 12 суток хранения при температуре 2±0,5 °C, качество шампиньонов соответствует 2 степени (низкой) при всех вариантах упаковочного материала, и они могут рекомендоваться только для последующей переработки путем тепловой сушки.

Определение степени качества свежей вешенки в процессе хранения при температурах 4±0,5 °C и 2±0,5 °C представлено на рисунке 4.9.

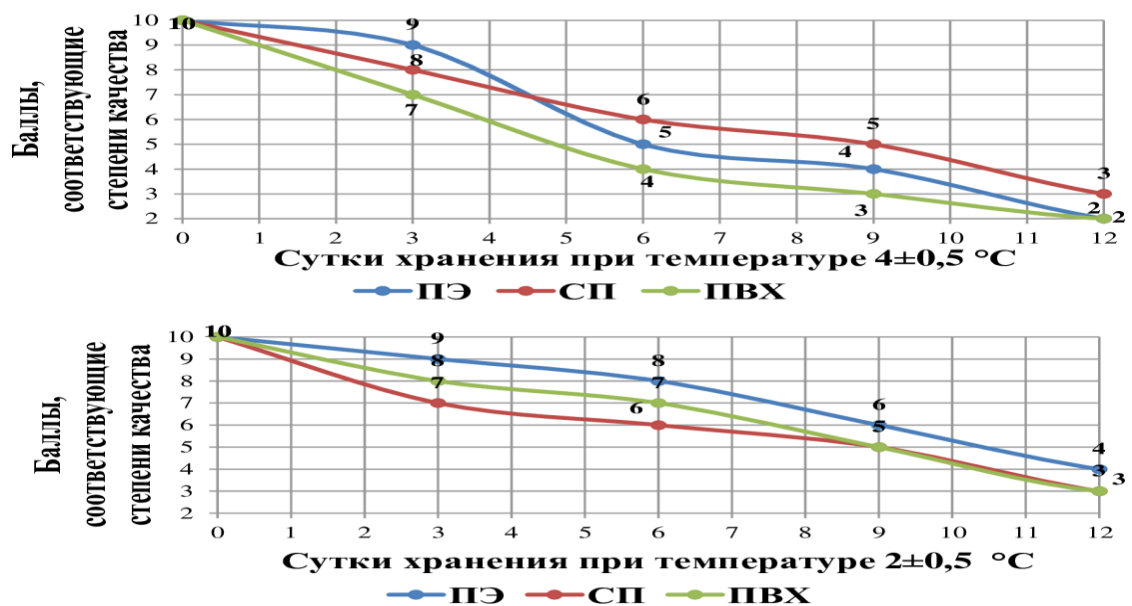


Рисунок 4.9 – Оценка степени качества свежей вешенки в зависимости от типа упаковочной пленки при хранении (2÷4 °C)

При хранении вешенки, упакованной в пленку ПЭ при температуре $4\pm 0,5$ °С оптимальным сроком хранения являются 4 суток, удовлетворительная степень наступает уже с 5 суток хранения и постоянно снижается в качестве.

При температуре хранения $2\pm 0,5$ °С качество лучше сохраняется при упаковке ПЭ и в течение 6 суток стабильно держится на хорошей степени (4 степень качества). На 9 сутки хранения эти же грибы имеют уже 3 степень качества (удовлетворительная) и могут рекомендоваться для дальнейшей заморозки или сушки. Оценка данных показателей по степени качества вешенки согласуются с проведенной балльной оценкой, что говорит о достоверности полученных результатов.

Степень качества свежих опят в процессе хранения представлена на рисунке 4.10.

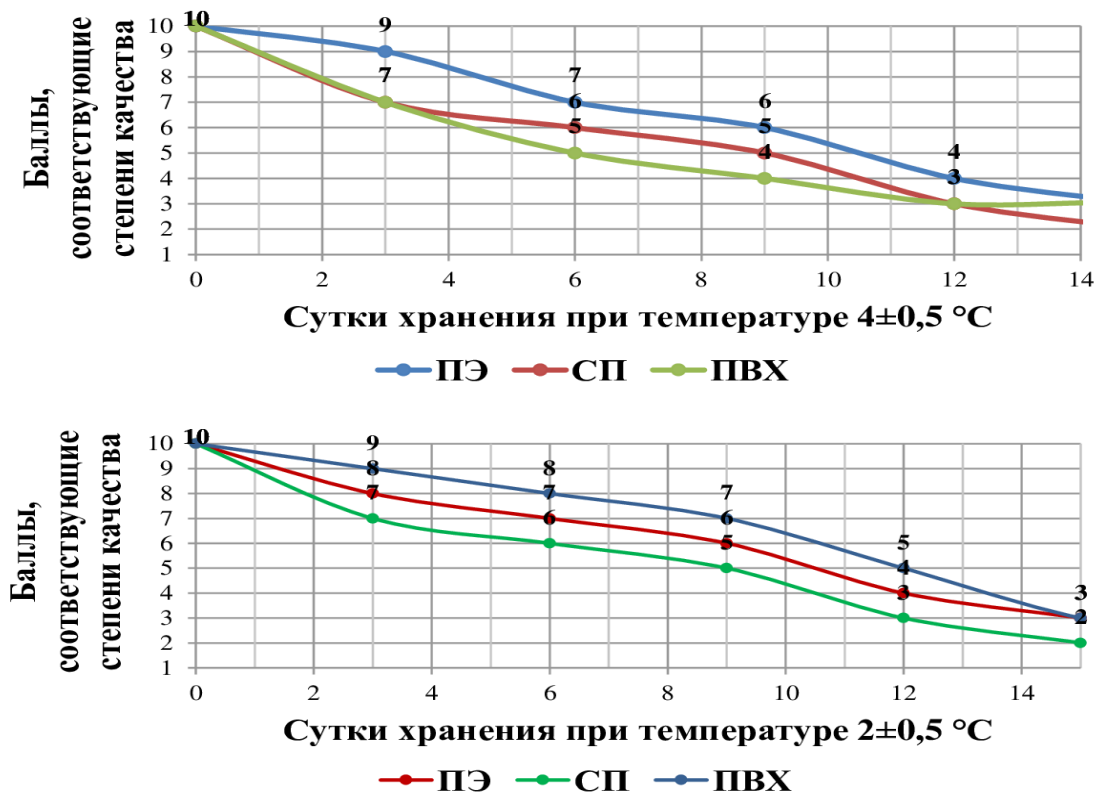


Рисунок 4.10 – Оценка степени качества свежих опят в зависимости от типа упаковочной пленки при хранении ($2\div 4$ °С)

При хранении опят, упакованных в пленку ПЭ, при температуре $4\pm 0,5$ °С оптимальным сроком хранения являются 4 суток, а при температуре хранения

$2\pm 0,5$ °С – 7 суток, имея хорошую степень качества могут быть рекомендованы как для хранения, так и для всех видов переработки. После 10 суток хранения опять при $4\pm 0,5$ °С и 12 суток при $2\pm 0,5$ °С рекомендация только для переработки сушкой.

Степень качества свежего кольцевика в процессе хранения представлена на рисунке 4.11.

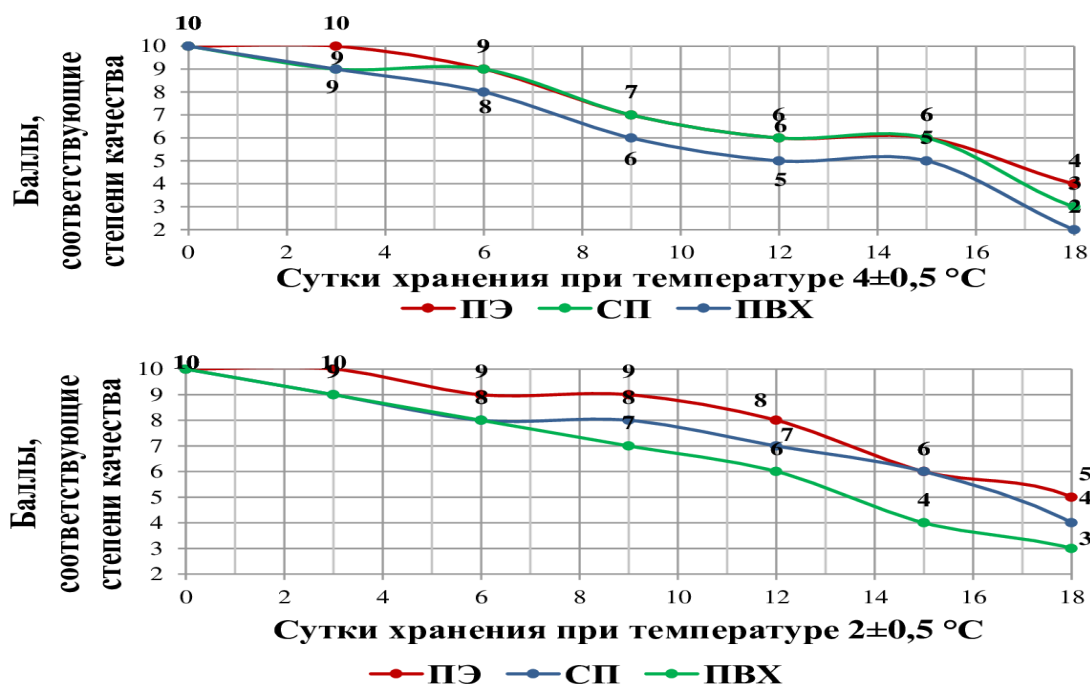


Рисунок 4.11 – Оценка степени качества свежего кольцевика в зависимости от типа упаковочной пленки при хранении ($2\div 4$ °С)

При хранении кольцевика при температуре $4\pm 0,5$ °С, упакованного в ПЭ, срок хранения 9 суток является предельным, т.к. грибы соответствуют 4 степени качества, а при $2\pm 0,5$ °С 4 хорошая степень качества присуща до 12 суток хранения.

Оценка комплексного показателя качества свежих шиитаке и мейтаке дала одинаковые результаты в процессе всего срока хранения и, соответственно, степени качества и рекомендации по дальнейшему хранению и использованию могут рассматриваться на этих видах грибов по одному заданному вектору (Рисунок 4.12).

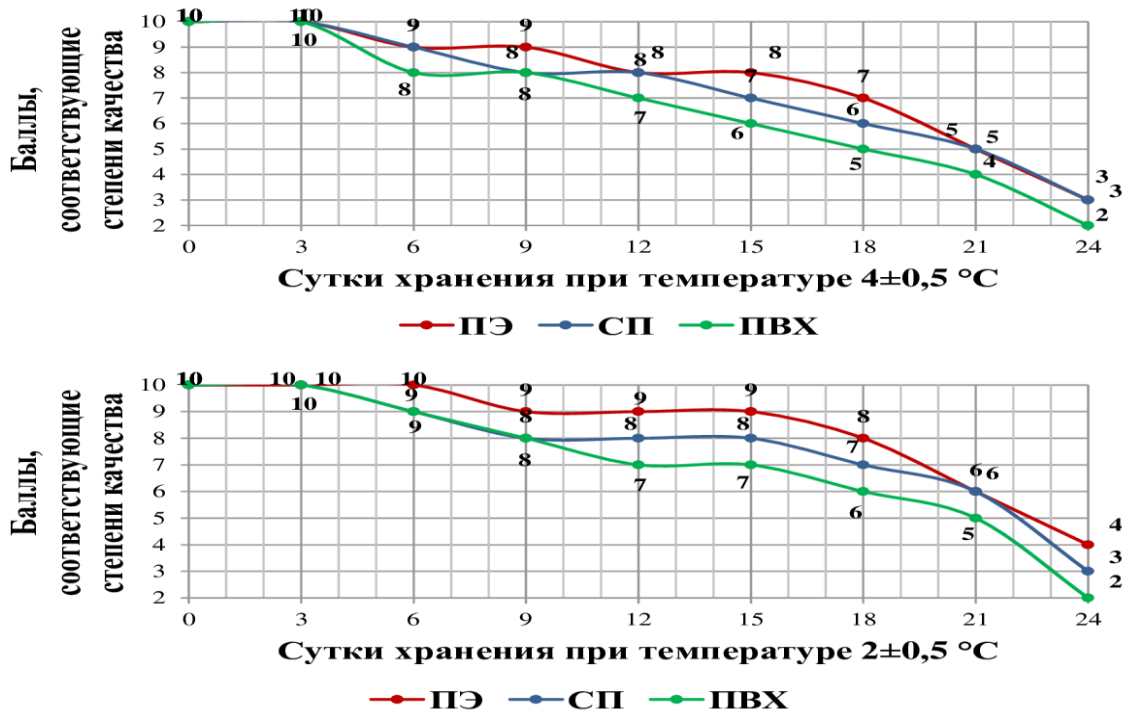


Рисунок 4.12 – Оценка степени качества свежих шиитаке и мейтаке в зависимости от типа упаковочной пленки при хранении ($2 \div 4 \text{ } ^\circ\text{C}$)

При хранении шиитаке и мейтаке, упакованных в пленку СП и ПВХ, при температуре $4 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ предельным сроком хранения являются 12 суток и 15 суток хранения, упакованных в ПЭ. При температурном режиме хранения $2 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ эти же сроки увеличиваются на 3 суток, соответственно. Качество при хранении в течение 18 суток этих видов грибов в упаковке ПЭ соответствует 4 (оптимальной) степени качества.

Температурный режим $2 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ в упаковках ПЭ и СП позволяет грибам шиитаке и мейтаке удерживать 2 степень качества до 24 суток, что соответствует рекомендациям для дальнейшей их переработки путем сушки (тепловой или сублимационной).

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

4.2 Изменение химического состава

исследуемых культивируемых грибов в различных температурных режимах

Каждому из исследуемых свежих культивируемых грибов присущи уникальные свойства, глубокое изучение которых послужило научно-теоретической базой для разработки научных и практических рекомендаций по их дальнейшему использованию. В работе изучены характеристики наиболее значимых для каждого вида показателей химического состава свежих культивируемых грибов, хранящихся при разных температурных режимах.

При хранении грибов наблюдается некоторое снижение содержания сухих веществ, прежде всего за счет усвояемых сахаров, расходуемых на дыхание (Рисунок 4.13).

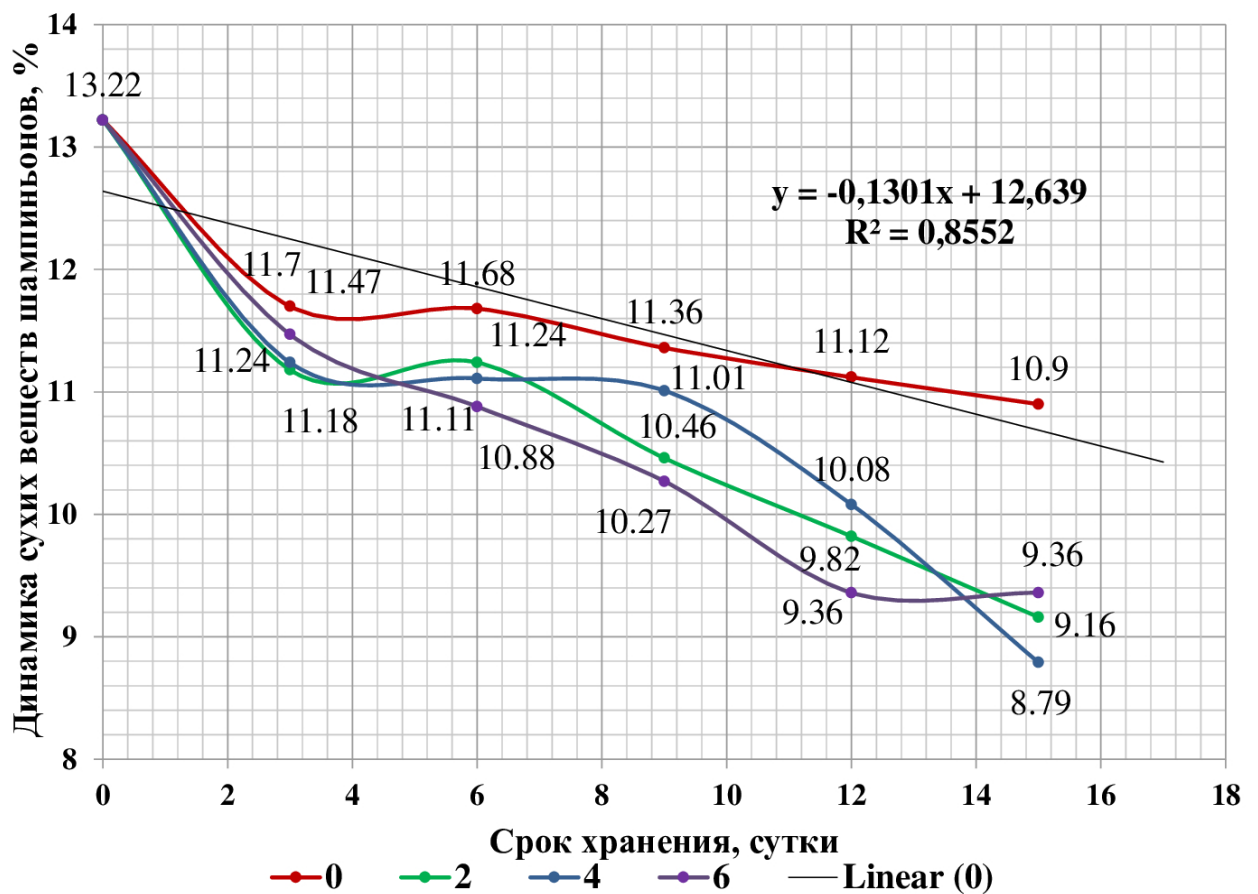


Рисунок 4.13 – Динамика сухих веществ шампиньонов коричневой расы в процессе хранения (при температурах $0 \pm 0,5$ °C, $2 \pm 0,5$ °C, $4 \pm 0,5$ °C, $6 \pm 0,5$ °C), %

Поскольку золы в шампиньонах содержится от 1 до 5,3÷7,3 % на сухую массу, основная ее часть – окислы калия и фосфора, которые в сумме могут составлять до 85 % от общего ее количества (что превышает показатели по остальным видам культивируемых грибов) динамику сухих веществ изучали на примере шампиньонов.

Для остальных температур хранения уравнения имеют вид:

– 2±0,5 °С

$$y = -0,2396 \cdot x + 12,644$$

$$R^2 = 0,9091 \quad (4.1)$$

– 4±0,5 °С

$$y = -0,245 \cdot x + 12,746$$

$$R^2 = 0,8857 \quad (4.2)$$

– 6±0,5 °С

$$y = -0,2499 \cdot x + 12,634$$

$$R^2 = 0,9167 \quad (4.3)$$

Данные, отображенные на рисунке 4.13, демонстрируют, что количество сухих веществ в коричневых шампиньонах снижается в зависимости от времени и температуры хранения. На третий день хранения при различных температурных условиях отмечается значительное уменьшение массовой доли сухих веществ с 1,52 до 2,04 %). По-видимому, это объясняется резкой сменой окружающей среды после отделения грибов от мицелия, а также влиянием более низких температур при хранении, что приводит к стрессовому состоянию грибов [176].

После первоначального шока, вызванного сменой условий, в грибах наступает период относительной стабилизации метаболических процессов и адаптации к окружающей среде. Снижение содержания сухих веществ в этот период происходит плавно. К шестому дню хранения зафиксировано уменьшение сухой массы на 1,54 % при температуре 0±0,5 °С и на 1,98 % при 2±0,5 °С. При более высоких температурах, 4±0,5 °С и 6±0,5 °С, потери составили 2,11 % и 2,34

%, соответственно. Следовательно, ключевыми факторами, определяющими изменения в количественном составе сухих веществ культивируемых грибов, являются температура и длительность хранения.

Несмотря на низкое содержание жиров в кольцевике, их лабильность предполагает возможность изменений в процессе хранения [184]. В кольцевике содержится небольшое количество жиров, но в отличие от других культивируемых грибов, они могут меняться при хранении. Нежелательным в процессе преобразования жиров при хранении является вероятность получения вредных продуктов распада, один из которых – малоновый диальдегид (МДА). В первую очередь, это продукт окисления липидов, но он может так же образовываться и при распаде углеводов и белка. Поэтому определение наличия и изучение динамики МДА при хранении изучалось на примере кольцевика.

Наблюдения при холодильном хранении свежего кольцевика проводились на протяжении 15 дней с температурным режимом хранения $0\pm 0,5$ °С; $2\pm 0,5$ °С; $4\pm 0,5$ °С; $6\pm 0,5$ °С при относительной влажности воздуха = 85 %. Содержание липидов в кольцевике согласно срокам хранения представлено в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Динамика содержания липидов в кольцевике при хранении, % (на абс. сухое вещество)

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

Анализируя данные таблицы 4.5, можно отметить, что по всем вариантам хранения наблюдается снижения содержания жиров. Так, уменьшение содержания липидов происходило от 1,32 % до 0,98 % при температуре хранения 0 °С, от 1,32 % до 0,88 % при температуре хранения $2\pm 0,5$ °С, от 1,32 % до 0,81 % при температуре хранения $4\pm 0,5$ °С, от 1,32 % до 0,78 % при температуре хранения $6\pm 0,5$ °С. По нашему мнению, это связано с использованием жира при

дыхании, при этом выделяется энергия, необходимая для продолжения жизнедеятельности клеток. Однако нужно заметить, что снижение содержания липидов повышается пропорционально увеличению температуры хранения свежих грибов.

Уменьшение концентрации липидов во время хранения наблюдается стабильно при различных условиях, однако повышение температуры и продолжительности хранения усиливает эту тенденцию, делая снижение более выраженным. Поэтому следует отметить, что на основании проведенных исследований содержания липидов в кольцевике, наиболее благоприятной температурой хранения является температура 0 ± 4 °С, поскольку с увеличением температуры хранения содержание липидов резко снижается.

Одним из нежелательных последствий потери липидов при хранении является потенциальное образование продуктов распада, в частности, малонового диальдегида (МДА) [14]. МДА, будучи продуктом окисления липидов, также может образовываться при деградации углеводов и белков. В связи с этим, определение и изучение динамики содержания МДА в процессе хранения грибов представляет собой значительный научный интерес.

Вступая в реакцию с нормальным гемоглобином А, МДА снижает механическую стабильность гемоглобина и влияет на него функцию. Большинство продуктов окисления липидов негативно влияет на морфологию клетки [234]. Продукты окисления липидов способны повредить хрусталик человеческого глаза и играют основную роль в развитии катаракты.

В частности, ненасыщенные альдегиды, к которым относится и МДА, являются мутагенами и имеют выраженную цитотоксичность: подавляют активность гликолиза и окислительного фосфорирования, ингибируют синтез белка и нуклеиновых кислот, окисляют Sh-группы, ингибируют различные ферменты [164].

При анализе данных рисунка 4.14 выявлена тенденция увеличения концентрации МДА при хранении кольцевика по вариантам хранения. В грибных телах кольцевика к началу хранения концентрация МДА составляла 1,5 ммоль/л.

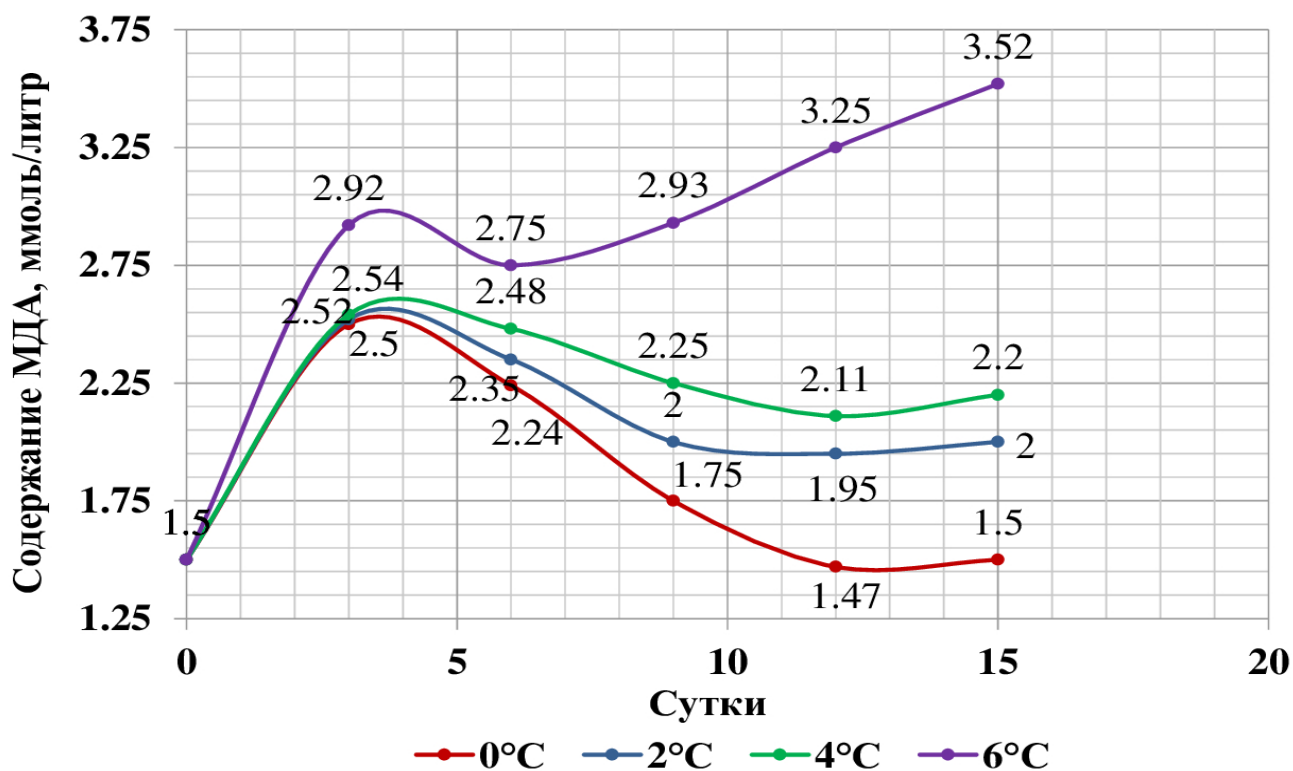


Рисунок 4.14 – Изменение концентрации малонового диальдегида в кольцевике при $0\pm 0,5$ °C, $2\pm 0,5$ °C, $4\pm 0,5$ °C, $6\pm 0,5$ °C, ммоль/литр

Экспериментальные данные показывают, что наблюдается явная взаимосвязь между температурой, при которой хранится кольцевик, и уровнем МДА: более высокая температура соответствует большей концентрации МДА. К шестым суткам хранения уровень малонового диальдегида возрастает в среднем вдвое при температуре $0\div 2$ °C и в 2,5 раза при $4\div 6$ °C. Длительное содержание грибов при повышенных температурных режимах ($4\div 6$ °C) стимулирует увеличение содержания малонового диальдегида, вещества, известного своими канцерогенными качествами.

Рост концентрации МДА, который является опасным канцерогеном, связан, на наш взгляд, с увеличением интенсивности распада липидов в процессе хранения. Рост уровня МДА в плодовом теле кольцевики происходит неравномерно, однако прослеживается закономерность: концентрация МДА увеличивается с повышением температуры и увеличением продолжительности хранения. Наилучшие условия для хранения, с точки зрения минимизации роста МДА, – это температурный режим от 0 до 4 °C и срок хранения не более 6 дней.

Основные лекарственные свойства шиитаке связаны с содержанием в грибе азотистых веществ и их фракционным составом. Поэтому содержимое азотистых веществ в культивируемых грибах изучалось на примере шиитаке.

В таблице 4.6 представлено изменение азотистых веществ в шиитаке в процессе хранения при температурах $0\pm 0,5$ °С, $2\pm 0,5$ °С, $4\pm 0,5$ °С, $6\pm 0,5$ °С.

Таблица 4.6 – Изменение азотистых веществ в шиитаке в процессе хранения при температурах при $0\pm 0,5$ °С, $2\pm 0,5$ °С, $4\pm 0,5$ °С, $6\pm 0,5$ °С, % (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				
0	13,85±0,05	13,85±0,05	13,85±0,05	13,85±0,05
3	12,25±0,07	11,77±0,05	11,77±0,06	11,02±0,06
6	12,23±0,05	11,71±0,07	11,63±0,08	10,54±0,07
9	11,90±0,08	10,96±0,04	11,54±0,04	10,06±0,04
12	11,65±0,06	10,29±0,07	10,56±0,04	9,4±0,07
15	11,42±0,05	9,59±0,09	9,21±0,05	8,8±0,07

Азотосодержащие вещества являются одним из основных компонентов химического состава грибов, и шиитаке рекорсмен по их количественному содержанию.

Сравнивая результаты наших исследований (содержание азотистых веществ в шиитаке до 14 %) с данными других авторов, следует отметить, что даже белый гриб (по данным Ю.Т. Жук содержание азотистых веществ в белых грибах – 7,94 %) значительно уступает шиитаке по количеству азотистых веществ. Аналогичные исследования установлены для многих видов дикорастущих грибов [145], культивируемых шампиньонов [170], вешенки [85], которые хранились в обыкновенной газовой среде. При этом, чем выше температура хранения, тем процесс уменьшения (расхода) азотистых веществ в плодовых телах происходит интенсивнее.

Изменение фракционного состава белков гриба шиитаке в процессе хранения при температуре $2\pm 0,5$ °С представлено на рисунке 4.15.

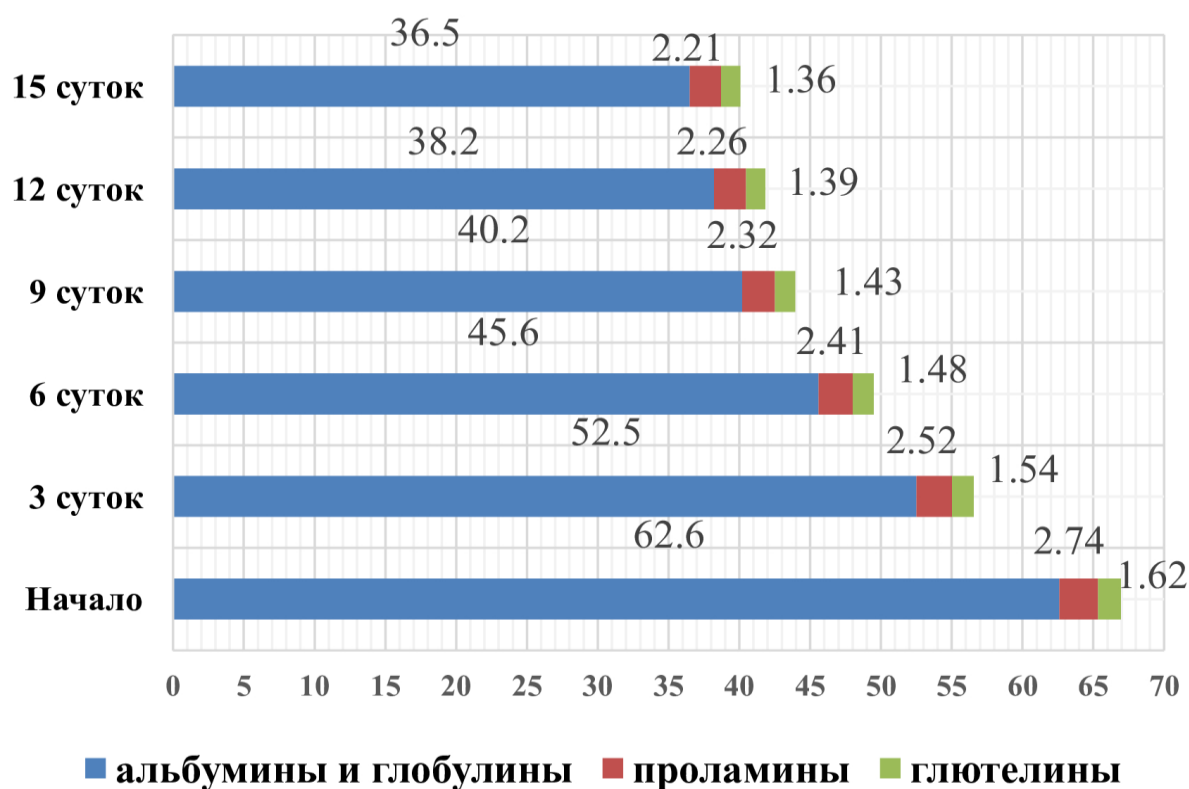


Рисунок 4.15 – Изменение фракционного состава белков гриба шиитаке в процессе хранения при температуре $2\pm 0,5$ °C, % (на абс. сухое вещество)

Основная часть белков в грибах шиитаке представлена альбуминами и глобулинами. Из рисунка 4.15 видно, что 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 адаптации к условиям хранения. На 6 сутки хранения снижение альбуминов и глобулинов составляет 27,6 %, далее уменьшение происходит более постепенно, но все же значительнее, чем у других фракций.

Усвояемость и биологическая ценность белка обусловлена сбалансированностью его аминокислотного состава: организм усваивает аминокислоты в соотношении, которое определяет лимитирующая (наименее представленная) аминокислота. [242]. Поскольку состав и количественное содержание незаменимых аминокислот в плодовом теле мейтаке имеет ряд

принципиальных отличий, динамика состава незаменимых аминокислот при хранении была проведена на примере мейтаке (Таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Сравнительный анализ содержания незаменимых аминокислот мейтаке при хранении в течение 3 суток, % (на абс. сухое вещество)

Аминокислоты	Содержание, % на сухую массу			
	Температура хранения, °С			
	0±0,5	2±0,5	4±0,5	6±0,5
Незаменимые				
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	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

Во-первых, отмечается относительно высокое содержание лейцина и треонина, важных для синтеза белка и энергетического обмена, по сравнению с другими грибами.

Во-вторых, концентрация лизина, необходимого для роста и восстановления тканей, демонстрирует тенденцию к преобладанию над другими незаменимыми аминокислотами, что не всегда характерно для грибов.

В-третьих, содержание триптофана, предшественника серотонина и мелатонина, в мейтаке отличается некоторой нестабильностью, что может быть связано с его метаболическими превращениями в процессе хранения.

Изучение динамики незаменимых аминокислот при хранении мейтаке позволяет выявить закономерности изменения их содержания в зависимости от условий окружающей среды и продолжительности экспозиции.

Так, можно наблюдать снижение концентрации одних аминокислот и увеличение других, что отражает сложные биохимические процессы, происходящие в грибе после сбора.

Для определения влияния температуры хранения на количество незаменимых аминокислот в плодовом теле мейтаке на 3 сутки хранения составим выборку для статистического исследования зависимости (Таблица 4.9÷4.14).

Опишем исходные данные, полученные экспериментальным путем для статистического анализа в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Исходные данные для статистического анализа

Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
0,70	0,69	0,61	0,47	0,35
3,50	3,49	2,90	2,25	1,18
1,60	1,59	1,15	0,82	0,24
3,80	3,78	2,98	2,45	1,76
7,40	7,40	6,93	5,99	5,32
3,20	3,20	2,77	2,03	1,98
4,20	4,20	3,50	3,37	3,35
0,20	0,20	0,15	0,09	0,02
2,10	2,07	1,81	1,21	0,65

Уравнение множественной регрессии может быть представлено в виде

$$Y = f(\beta, X) + \varepsilon \quad (4.4)$$

где $X = X \cdot (X_1, X_2, \dots, X_m)$ – вектор независимых переменных;

β – вектор параметров (подлежащих определению);

ε – случайная ошибка (отклонение);

Y – зависимая (объясняемая) переменная.

Теоретическое линейное уравнение множественной регрессии имеет вид

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_m X_m + \varepsilon \quad (4.5)$$

β_0 – свободный член, определяющий значение Y, в случае, когда все объясняющие переменные X_j равны 0.

Эмпирическое уравнение множественной регрессии представим в виде

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_1 X_1 + \dots + b_m X_m + e \quad (4.6)$$

где b_0, b_1, \dots, b_m – оценки теоретических значений $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ коэффициентов регрессии (эмпирические коэффициенты регрессии);

e – оценка отклонения ε .

Определим вектор оценок коэффициентов регрессии. Согласно методу наименьших квадратов, вектор s получается из выражения (Таблица 4.19 ÷ 4.22).

$$s = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (4.7)$$

Таблица 4.9 – Матрица X

1	0,69	0,61	0,47	0,35
1	3,49	2,9	2,25	1,18
1	1,59	1,15	0,82	0,24
1	3,78	2,98	2,45	1,76
1	7,4	6,93	5,99	5,32
1	3,2	2,77	2,03	1,98
1	4,2	3,5	3,37	3,35
1	0,2	0,15	0,09	0,02
1	2,07	1,81	1,21	0,65

Таблица 4.10 – Матрица Y

0,7
3,5
1,6
3,8
7,4
3,2
4,2
0,2
2,1

Таблица 4.11 – Матрица X^T

1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,69	3,49	1,59	3,78	7,4	3,2	4,2	0,2	2,07
0,61	2,9	1,15	2,98	6,93	2,77	3,5	0,15	1,81
0,47	2,25	0,82	2,45	5,99	2,03	3,37	0,09	1,21
0,35	1,18	0,24	1,76	5,32	1,98	3,35	0,02	0,65

В матрице, $(X^T \cdot X)$ число 9, лежащее на пересечении 1-й строки и 1-го столбца, получено как сумма произведений элементов 1-й строки матрицы X^T и 1-го столбца матрицы X .

Таблица 4.12 (а)– Результаты умножения матрицы $(X^T \cdot X)$

9	26,62	22,8	18,68	14,85
26,62	116,44	102,26	86,24	72,52
22,8	102,26	90,23	76,19	64,41
18,68	86,24	76,19	64,79	55,29
14,85	72,52	64,41	55,29	48,54

Таблица 4.12 (б)– Результаты умножения матрицы $(X^T \cdot Y)$

26,7
116,63
102,42
86,36
72,59

Таблица 4.13 – Обратная матрица $(X^T X)^{-1}$

0,58	-0,75	0,18	0,65	-0,0441
-0,75	3,29	-2,52	-1,98	0,9
0,18	-2,52	5,04	-2,97	0,4
0,65	-1,98	-2,97	8,53	-3,03
-0,0441	0,9	0,4	-3,03	1,61

Вектор оценок коэффициентов регрессии равен

$$Y(X) = (X^T X)^{-1} X^T Y = \begin{cases} 0,00519 \\ 1,01 \\ 0,00209 \\ 0,000151 \\ -0,0125 \end{cases} \quad (4.8)$$

Уравнение регрессии имеет вид

$$Y = 0,00519 + 1,01 \cdot X_1 + 0,00209 \cdot X_2 + 0,000151 \cdot X_3 - 0,0125 \cdot X_4 \quad (4.9)$$

Из полученного уравнения регрессии видно, что оптимальными для аминокислот являются условия хранения при температуре 0 °С, а наиболее негативными условиями являются условия хранения при температуре 6 °С.

В активно метаболизирующих продуктах, таких как грибы, биохимические изменения протекают при участии ферментных систем и характеризуются высокой степенью сопряженности. Это объясняется единством субстратов, образующихся в результате гидролиза белков, углеводов и жиров, а также энергетической взаимозависимостью этих процессов.

Ключевым результатом метаболизма является образование АТФ, универсального источника энергии для клеточных нужд [207]. Ферментные системы *Agaricus bisporus*, функционирующие в условиях ограниченного доступа кислорода, интегрируют азотистый, углеводный и липидный обмен. Исследованные ферменты играют определенную роль в регулировании азотного и углеводного метаболизма. Например, аспаратаминотрансфераза способствует детоксикации аммиака, образующегося в ходе дезаминирования белков и свободных аминокислот, путем его преобразования в мочевины или аспарагин, которые не оказывают токсического воздействия на клетку и могут быть вовлечены в дальнейшие метаболические пути.

Так как деятельность ферментов шампиньонов осуществляется без участия кислорода, в отличие от других культивируемых грибов, изменение активности ферментов исследовалась на плодовых телах шампиньона.

Аланинаминотрансфераза (АлАТ) является ферментом, катализирующим трансмембрацию аминокислоты с молекулы аминокислоты на кетокислоту, что приводит к образованию новой аминокислоты и кетоаналога исходной, в качестве примера можно привести образование аланина (Таблица 4.14).

Таблица 4.14 – Исследование динамики ферментативной активности в шампиньонах (*Agaricus bisporus*) в процессе хранения при температуре $2 \pm 0,5$ °С, у.е. экстинции / (г белка/мин) (на абс. сухое вещество)

Срок хранения, сутки	Аспартат-аминотрансфераза	Аланинами-нотрансфераза	Амилаза	Гаммаглю-таминтранс-пептидаза	Лактатдегидрогеназа	Щелочная фосфатаза
0	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

Изучение ферментов свежих культивируемых шампиньонов при 2 °С связано с необходимостью понять процессы, происходящие в грибах во время хранения. Выбор именно этой температуры обусловлен результатами органолептической оценки, которая является ключевым методом определения качества и свежести продуктов и ее результаты напрямую влияют на решение о пригодности продукта к реализации и потреблению.

В данном случае температура 2 °С показала наилучшие результаты в сохранении органолептических характеристик шампиньонов. Это означает, что при этой температуре грибы дольше сохраняют свой товарный вид, не темнеют, не теряют упругость и не приобретают посторонние запахи. Более высокие температуры приводили к ускоренной деградации тканей грибов, что отрицательно сказывалось на их внешнем виде и вкусовых качествах. С другой стороны, более низкие температуры могли вызывать повреждения клеток грибов, что также приводило к ухудшению органолептических показателей.

В результате реакций трансаминирования, катализируемых разными аминотрансферазами, аминокислоты от разных аминокислот конвертируют в одну общую аминокислоту, чаще всего аспарагиновую, глутаминовую или аланин [313].

В свежесобранных плодовых телах *Agaricus bisporus* активность аспаратаминотрансферазы (АсАТ) в 4,09 раза ниже активности аланинаминотрансферазы (АлАТ). В течение периода хранения наблюдается постепенное увеличение активности АсАТ, с ежедневным приростом около 7 %. Активность АлАТ снижается в течение первых четырех суток хранения, после чего наблюдается ее увеличение к концу периода хранения.

Наблюдается общая тенденция к более раннему проявлению активности аланинаминотрансферазы (АлАТ). Этот сдвиг пика активности трансфераз, вероятно, коррелирует с завершением спорогенеза у *Agaricus bisporus*. Наблюдаемые изменения в активности трансфераз коррелируют с ростом уровня мочевины [107]. Одновременно фиксируется падение суммарной концентрации свободных аминокислот, что может указывать на процесс их дезаминирования. Основными аминокислотами, присутствующими в *Agaricus bisporus*, являются аспарагиновая и глутаминовая кислоты, аланин, а также пролин, содержание которого ниже, и который синтезируется из глутаминовой кислоты.

Изучение ферментов при оптимальной температуре хранения позволяет понять, какие именно ферментативные процессы наиболее активно протекают в грибах при этих условиях. Это важно для разработки стратегий замедления нежелательных реакций, таких как потемнение, размягчение или развитие посторонних запахов.

Например, можно использовать ингибиторы ферментов (ингибиторы ферментов применяют при подавлении роста микромицетов в качестве биоцидных агентов), модифицировать атмосферу хранения или применять другие методы, направленные на снижение активности ферментов, отвечающих за порчу грибов.

На рисунке 4.16 для температуры хранения $0 \pm 0,5$ °С прямой линией отображена тенденция изменения, представляющая собой прогноз динамики активности аспаратаминотрансферазы на два будущих временных отрезка. Представлено уравнение, моделирующее эту динамику, с учетом степени точности аппроксимации.

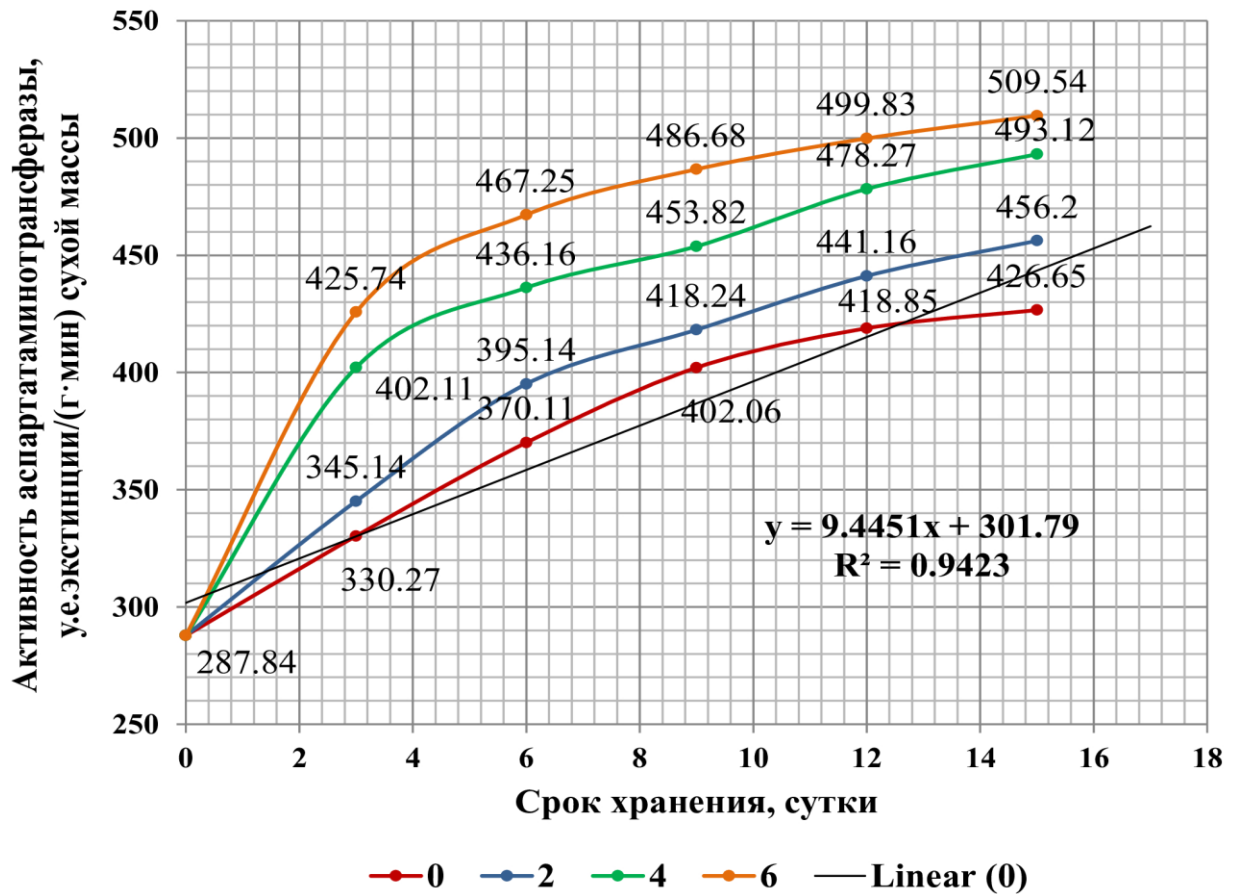


Рисунок 4.16 – Динамика активности аспартатаминотрансферазы в плодовых телах шампиньонов при хранении

Для остальных температур хранения уравнения имеют вид:

– $2 \pm 0,5$ °C

$$y = 10,981 \cdot x + 308,27 \quad (4.10)$$

$$R^2 = 0,9368$$

– $4 \pm 0,5$ °C

$$y = 12,119 \cdot x + 334,32 \quad (4.11)$$

$$R^2 = 0,8331$$

– $6 \pm 0,5$ °C

$$y = 12,859 \cdot x + 349,7 \quad (4.12)$$

$$R^2 = 0,7556$$

В грибах *Agaricus bisporus*, хранящихся при температуре $0 \pm 0,5$ °C и $2 \pm 0,5$ °C, активность аспартатаминотрансферазы (АСТ) демонстрирует изменения, соответствующие линейной зависимости, что подтверждается статистической

достоверностью аппроксимации. При повышении температуры хранения характер изменения активности данного фермента становится логарифмическим и хуже поддается прогнозированию.

Аспартатаминотрансфераза демонстрирует устойчивую тенденцию к увеличению активности на протяжении всего периода хранения. Это может быть связано с продолжающимися процессами метаболизма аминокислот и разрушением клеточных структур грибов.

В то же время, активность аланинаминотрансферазы постепенно снижается в первые дни хранения, а затем стабилизируется и даже незначительно возрастает к концу периода. Такое поведение может указывать на переключение метаболических путей в грибах в ответ на изменение условий хранения.

На рисунке 4.17 визуализированы изменения активности аланинаминотрансферазы (ALT) в плодовых телах *Agaricus bisporus* в течение хранения при температурах $0\pm 0,5$ °C, $2\pm 0,5$ °C, $4\pm 0,5$ °C, $6\pm 0,5$ °C.

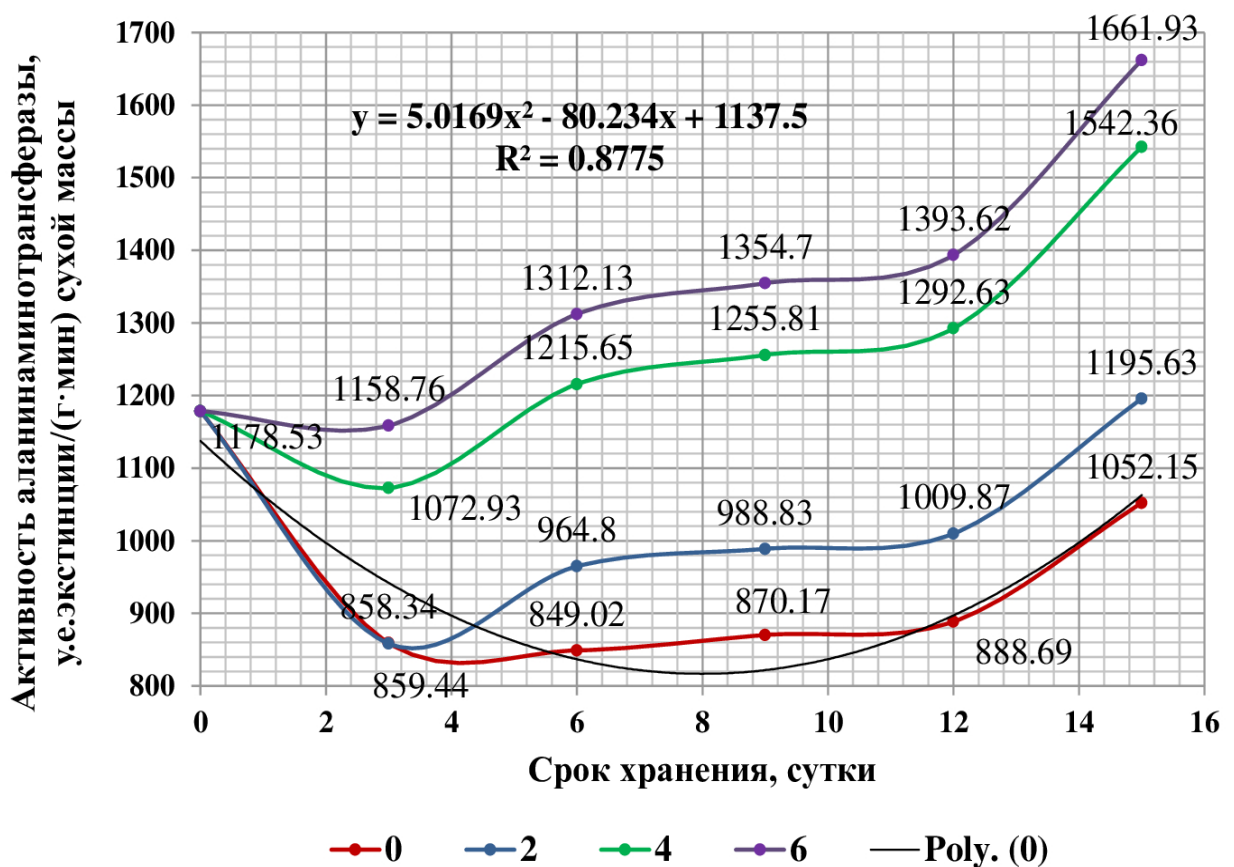


Рисунок 4.17 – Динамика активности аланинаминотрансферазы в плодовых телах шампиньонов при хранении

Тонкая линия на рисунке 4.17 отображает линию тренда, которая соответствует температурному режиму хранения в пределах $0\pm 0,5$ °С, и отражает динамику изменения активности аланинаминотрансферазы (АЛТ), а уравнение, описывающее эту динамику, приведено с учетом показателя достоверности аппроксимации.

Для остальных температур хранения уравнения имеют вид:

– $2\pm 0,5$ °С

$$y = 0,43414 \cdot x^2 - 59,749 \cdot x + 1122,6$$

$$R^2 = 0,9217 \quad (4.13)$$

– $4\pm 0,5$ °С

$$y = 2,6846 \cdot x^2 - 16,284 \cdot x + 1160,3$$

$$R^2 = 0,9035 \quad (4.14)$$

– $6\pm 0,5$ °С

$$y = 1,9496 \cdot x^2 + 0,8907 \cdot x + 1175,8$$

$$R^2 = 0,9288 \quad (4.15)$$

Вне зависимости от температурного режима хранения, динамика активности аланинаминотрансферазы в грибах шампиньона описывается полиномиальной зависимостью с высокой степенью достоверности аппроксимации.

На рисунке 4.18 представлены данные о динамике активности амилазы в плодовых телах шампиньонов в течение периода хранения при контролируемых температурах: $0\pm 0,5$ °С, $2\pm 0,5$ °С, $4\pm 0,5$ °С и $6\pm 0,5$ °С.

Активность амилазы, наоборот, демонстрирует резкое снижение в первые дни хранения, что может быть связано с расщеплением запасных углеводов и уменьшением потребности в ферменте для этих целей.

Динамика активности амилазы в плодовых телах *Agaricus bisporus* изменяется по полиномиальному закону при всех температурах хранения, причем аппроксимация обладает высокой статистической значимостью.

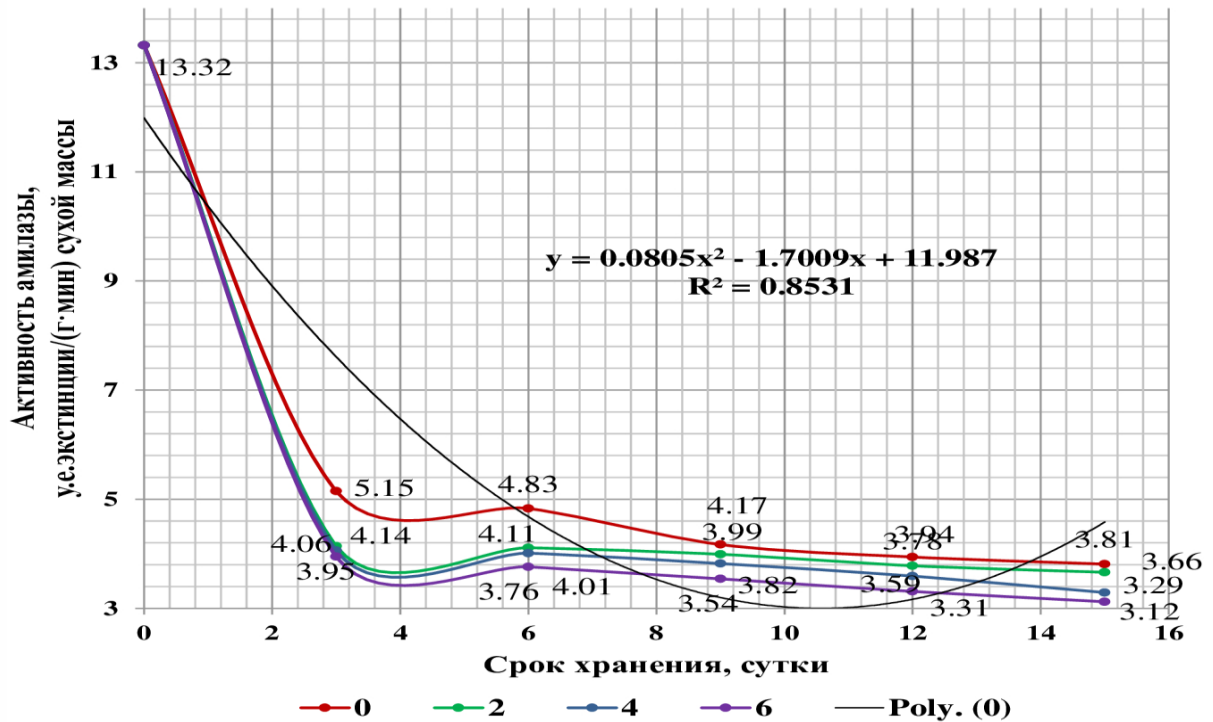


Рисунок 4.18 – Динамика активности амилазы в шампиньонах при хранении

Для остальных температур хранения уравнения имеют вид:

– $2 \pm 0,5$ °C

$$y = 0,0885 \cdot x^2 - 1,7982 \cdot x + 11,689 \quad (4.16)$$

$$R^2 = 0,9875$$

– $4 \pm 0,5$ °C

$$y = 0,0875 \cdot x^2 - 80,8048 \cdot x + 11,669 \quad (4.17)$$

$$R^2 = 0,9008$$

– $6 \pm 0,5$ °C

$$y = 0,0908 \cdot x^2 - 1,8674 \cdot x + 11,685 \quad (4.18)$$

$$R^2 = 0,8934$$

На графике тонкая кривая представляет собой линию тренда для температуры хранения в диапазоне $0 \pm 0,5$ °C, демонстрирующую изменения в активности амилазы с течением времени.

Амилаза участвует в гидролизе гликогена. Общая тенденция изменения ее активности характеризуется волнообразным паттерном: начальное снижение, затем постепенное незначительное увеличение и последующее значительное

уменьшение. Вероятно, этот кратковременный подъем активности обусловлен потребностью в глюкозе, необходимой для процессов дыхания [177].

Активность фосфорилаз, осуществляющих фосфоролитическое расщепление гликогена, также может быть причиной наблюдаемых изменений. Сходный механизм деградации крахмала описан для картофеля. Согласно данным [232], во время состояния покоя картофеля (в нашем случае, когда дыхание у плодовых тел *Agaricus bisporus* замедляется), роль амилазы в расщеплении крахмала крайне мала. В это время фосфоролиз служит главным способом разрушения крахмала. После завершения периода покоя и начала прорастания картофеля, что аналогично увеличению дыхательной активности и созреванию спор у шампиньонов, отмечается значительное повышение активности амилазы

По результатам исследований – активность гаммаглутаминтранспептидазы в свежесобранных шампиньонах не зависит ни от штамма, ни от морфологического состояния грибов. Так, активность этого фермента в закрытых грибах всех штаммов одинакова, что, очевидно, обусловлено их схожими биологическими особенностями, и, вероятно, связано с одинаковым периодом активного развития тканей и белкового обмена. Активность гаммаглутаминтранспептидазы имеет общую тенденцию: возрастает в первые сутки хранения, а в последующем – снижается. Увеличение температуры хранения стимулирует указанные процессы, приводя к ускоренному созреванию спор и, таким образом, к более быстрому наступлению старения плодовых тел.

Гаммаглутаминтранспептидаза принимает участие в белковом обмене, перенося пептидные группировки, и, возможно, в синтезе спор шампиньонов [27].

По данным проводимого исследования, активность лактатдегидрогеназы заметно изменяется в процессе хранения в зависимости от условий. Общей тенденцией для этого фермента шампиньонов является его более высокая активность с первых суток хранения. Активность лактатдегидрогеназы связана с гидролизом лактозы до молочной кислоты, которая, по литературным данным, в шампиньонах не обнаружена. По результатам наших исследований, активность лактатдегидрогеназы в свежесобранных грибах различается в зависимости от

штамма и, несущественно, от стадии их развития. Проявление активности лактатдегидрогеназы в любой «живой» клетке вполне закономерно, так как при ее участии происходит дальнейшее преобразование пирувата при гликолизе в молочную кислоту. Следует отметить, что чем выше скорость обмена в продукте, тем больше накапливается молочной кислоты и тем выше активность указанного фермента.

Как отмечено Е.В. Макаровой «на усвояемость белков грибов и других высокобелковых растений, в частности, бобовых, существенное влияние когут оказывать ингибиторы пищеварительного фермента трипсина [68]. Активность ингибиторов трипсина (АИТ) зависит от вида грибов или бобовых культур» [169, с. 81].

Вешенка характеризуется наличием большого количества антифризных белков, поэтому активность ингибиторов пищеварительных ферментов белков изучалась на примере штаммов вешенки.

Активность ингибиторов трипсина в вешенке (*Pleurotus ostreatus*) значительно ниже, чем в дикорастущих бобовых культурах, например, в астрагале и копеечнике. Так же в исследованиях Е.В. Макаровой отмечено, что «активность ингибиторов пищеварительных ферментов сои в 200 раз выше активности этих же ферментов в вешенке. По сравнению с дикорастущими грибами активность ингибиторов трипсина вешенки обыкновенной культивируемой соответствует нижней границе активности, характерной для дикорастущих грибов» [169, с. 82–83]. Увеличение содержания белка в *P. ostreatus* в период хранения требует изучения влияния температурных режимов хранения на активность ингибиторов трипсина, так как это напрямую связано с переваримостью белка и потенциальным воздействием на здоровье человека [324].

Химическая природа ингибитора трипсина в свежих культивируемых грибах, таких как вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus*), преимущественно представлена белками. Эти белки относятся к семейству ингибиторов сериновых протеаз. Они характеризуются способностью специфически связываться с активным центром трипсина, блокируя его ферментативную активность.

Структура ингибитора трипсина в вешенке, как и в других грибах, включает в себя определенные аминокислотные последовательности, которые обеспечивают высокоаффинное взаимодействие с трипсином. Важной особенностью является наличие реактивного центра ингибитора, где происходит непосредственное связывание с ферментом.

Изучение ингибиторов трипсина в грибах, включая вешенку, выявило разнообразие изоформ этих белков. Изоформы могут отличаться по молекулярной массе, аминокислотному составу и, как следствие, по степени ингибиторной активности. Факторы окружающей среды, такие как условия культивирования и стадия развития гриба, могут влиять на соотношение различных изоформ ингибитора трипсина.

Ингибиторы трипсина выполняют в грибах защитную функцию, предотвращая нежелательное переваривание собственных белков протеолитическими ферментами, выделяемыми вредителями или патогенами, такими как личинки насекомых и бактерии. Кроме того, они могут играть роль в регуляции протеолиза при росте и развитии гриба.

Изучение ингибиторов трипсина в вешенке и других культивируемых грибах имеет значение для понимания их физиологических функций, а также для оценки пищевой ценности и потенциального аллергенного воздействия этих грибов.

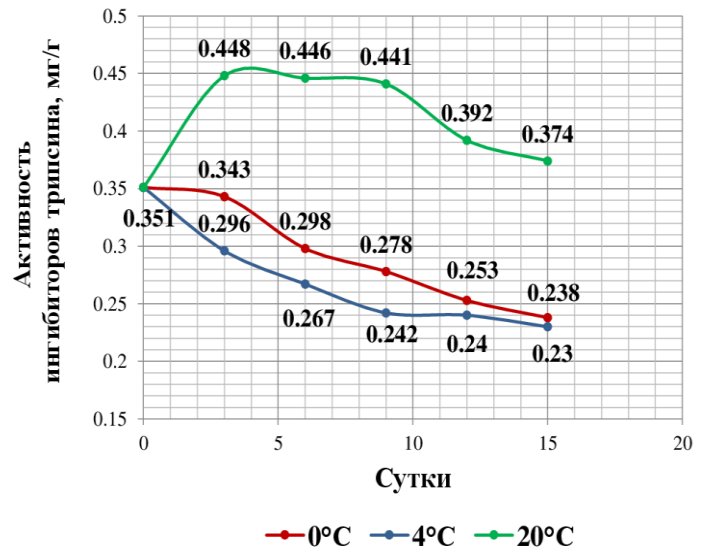
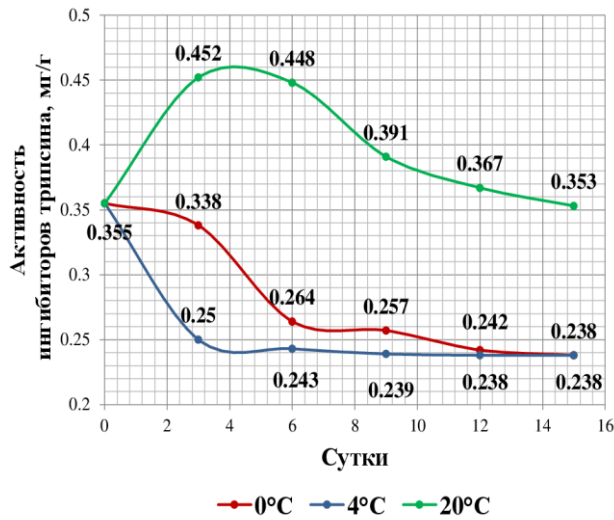
В таблице 4.15 представлены данные о содержании ингибитора трипсина в штаммах вешенки.

Таблица 4.15 – Содержания ингибитора трипсина в штаммах вешенки (*Pleurotus ostreatus*) (усредненные значения), мг/г (на абс. сухое вещество)

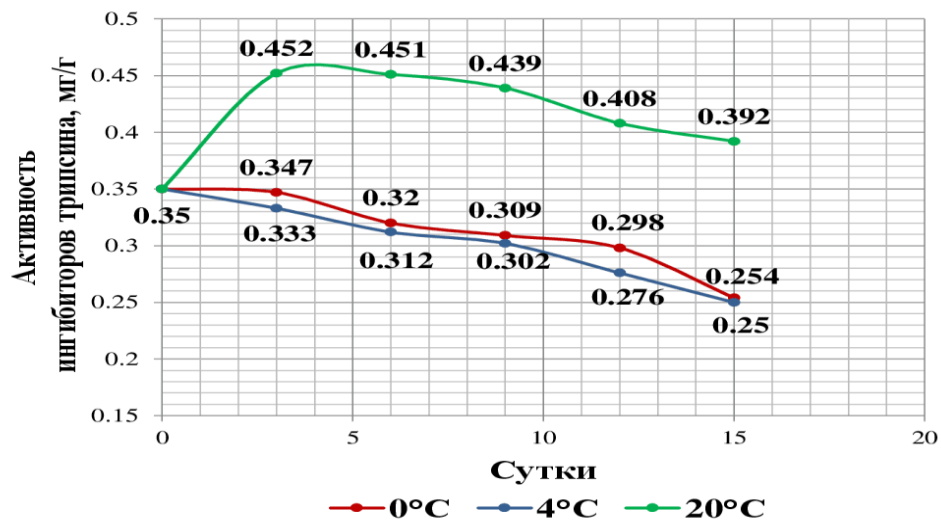
Наименование	Штамм		
	НК-35В	Н-7	К-1
<i>Pleurotus ostreatus</i>	0,355±0,0022	0,351±0,0021	0,350±0,002

Для проведения данного исследования были взяты средние температуры, возможные при хранении грибов на практике (0±0,5; 4±0,5; 20±0,5 °С).

Выявлена динамика содержания ингибитора трипсина в штаммах вешенки НК-35; Н-7; К-1 (Рисунок 4.19).



а)



в)

Рисунок 4.19 – Динамика содержания ингибитора трипсина в штаммах вешенки:

а) НК-35В; б) Н-7; в) К-1 при $0\pm 0,5$ °С, $4\pm 0,5$ °С, $20\pm 0,5$ °С, мг/г

Как видно из рисунка 4.19 при хранении вешенки штамма НК-35 наблюдается тенденция к снижению трипсинингибирующей активности. На 6-е сутки при температурах хранения $0\pm 0,5$ °С и $4\pm 0,5$ °С выявлено снижение АИТ по сравнению с исходной активностью в 1,35 и 1,46 раза соответственно.

При температуре $20\pm 0,5$ °С на 3-и сутки хранения происходит рост активности ингибитора (с 0,355 мг/г до 0,452 мг/г), на 6-е сутки хранения

наблюдается тенденция к некоторому росту активности ингибиторов трипсина в 1,27 раза по сравнению с активностью только что срезанных грибов, и уменьшения в 1,1 раза по сравнению с активностью грибов на 3 сутки хранения. Дальнейшее хранение приводит к снижению активности ингибиторов пищеварительных ферментов по всем вариантам.

Для штамма Н-7 наблюдается в основном снижение активности ингибиторов трипсина для температуры хранения $0\pm 0,5$ °С, $4\pm 0,5$ °С: на третьи сутки хранения активность ингибиторов снизилась в 1,023 раза для первого случая и в 1,18 раз – для второго.

Так, активность трипсина продолжает постепенно снижаться, и на 15 сутки значения активности ингибиторов практически совпадают. При температуре 20 °С активность ингибитора резко возрастает (с 0,351 мг/г до 0,448 мг/г), на 6-е сутки хранения наблюдается снижение активности ингибиторов трипсина с 0,448 мг/г до 0,446 мг/г на 6-е сутки, с 0,446 мг/г до 0,441 мг/г на 9-е сутки, с 0,441 мг/г до 0,392 мг/г на 12-е сутки и 0,392 мг/г до 0,374 мг/г на 15-е сутки.

Проанализировав изменчивость активности ингибиторов трипсина для штамма вешенки К-1 можно заметить, что параметры падения данного показателя сходны с результатами исследований штаммов НК-35В и Н-7. Для температур хранения $0\pm 0,5$ °С и $4\pm 0,5$ °С присуще падение активности ингибиторов, причем на начало периода хранения и на 15 сутки хранения показания активности практически совпадают (0,254 мг/г при температуре $0\pm 0,5$ °С и 0,250 мг/г при температуре $0\pm 0,5$ °С), то для температуры $20\pm 0,5$ °С присущ рост активности ингибиторов (с 0,350 мг/г на начало хранения до 0,452 мг/г на 3 сутки хранения).

Впоследствии наблюдается постепенное снижение активности ингибиторов, однако даже к 15-му дню хранения этот показатель остается выше исходной активности ингибиторов пищеварительных ферментов.

Исследования ингибиторных свойств вешенки подтверждают, что грибы обладают низкой активностью ингибиторов пищеварительных ферментов, и эта активность стабильно снижается в процессе хранения независимо от условий. Это

благоприятно сказывается на усвоении грибного белка. Анализ активности ингибиторов трипсина показал, что оптимальным температурным диапазоном для хранения является $0\div 4$ °С. Повышение температуры хранения приводит к резкому увеличению активности ингибиторов, что может негативно влиять на усвояемость белков.

Активность окислительных ферментов, в частности пероксидазы и каталазы, оказывает существенное влияние на сохранность грибов при хранении. Каталаза выполняет важнейшую функцию, разлагая перекись водорода - вредный побочный продукт клеточной жизнедеятельности, и тем самым обезвреживая ее [232].

Поскольку опять имеют студенистую консистенцию, что способствует образованию избыточной вредной для организма гриба перекиси водорода, расщеплением и обезвреживанием которой управляют окислительные ферменты – пероксидазы и каталазы – изучение активности последних осуществлялось на примере опят.

Объектом исследования изучения изменения динамики каталазы служили опенок летний и опенок зимний (Рисунок 4.20).

Определение активности каталазы проводилось на протяжении 12 суток хранения при температурных режимах: $0\pm 0,5$ °С; $2\pm 0,5$ °С; $4\pm 0,5$ °С; $6\pm 0,5$ °С. В опенке летнем при температуре хранения $0\pm 0,5$ °С в период от начала хранения к 3-м суткам происходит резкое падение активности каталазы, потом от 3-х суток к 6-и суткам активность фермента продолжает уменьшаться, от 6-и суток к 9-и суткам активность каталазы постепенно возрастает до 0,74 мг/г, но так и не приобретает свое исходное значение 0,98 мг/г. Для срока хранения от 9-и суток к 12-и суткам свойственно дальнейшее падение активности каталазы до 0,47 мг/г.

Динамика активности каталазы при разных температурах хранения характеризуется общей тенденцией к снижению, что, вероятно, обусловлено уменьшением интенсивности дыхания грибов. Это снижение дыхания может быть связано с накоплением углекислого газа в пространстве хранения [232].

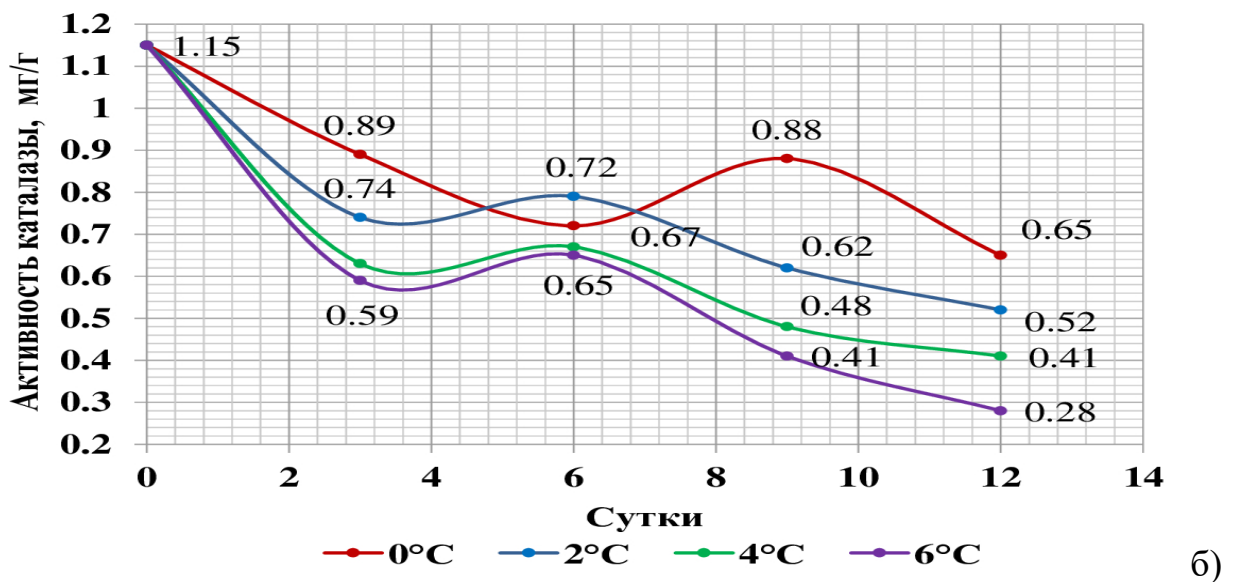
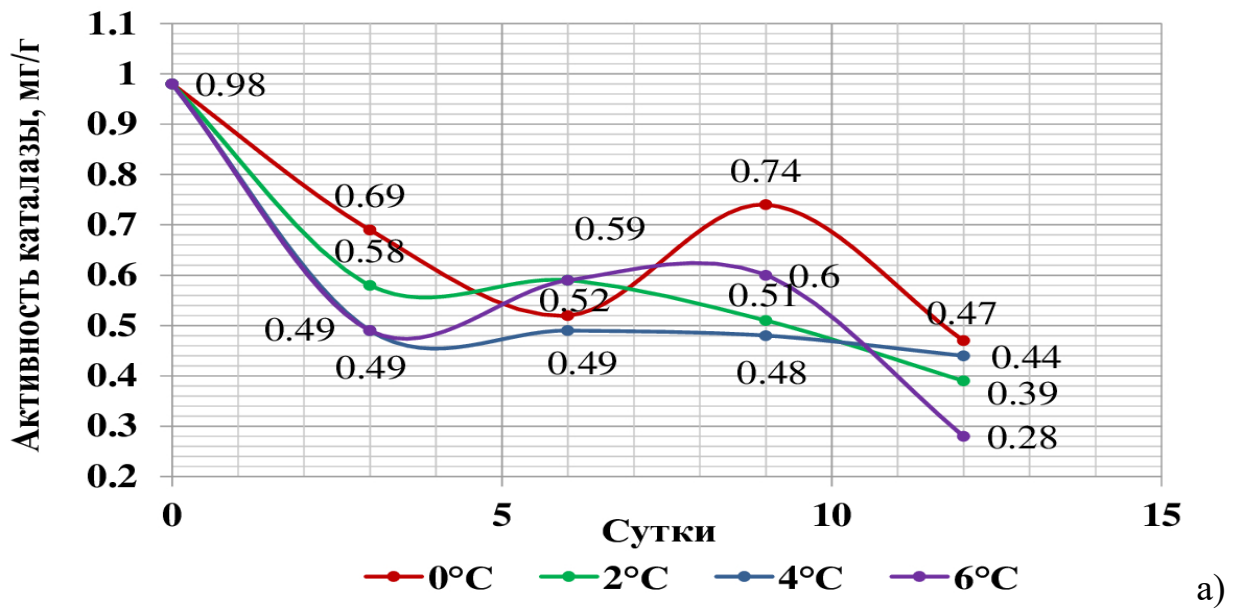


Рисунок 4.20 – Динамика активности каталазы в опятах
 а) опенок летний; б) опенок зимний

Для температуры хранения $2 \pm 0,5$ °C в период от начала хранения до 3-х суток также происходит падения активности каталазы от 0,98 мг/г до 0,58 мг/г, потом от 3-х суток до 6-и суток активность каталазы постепенно возрастает до 0,59 мг/г, потом активность каталазы снова падает до 0,51 мг/г на 9-е сутки хранения и до 0,39 мг/г на 12-е сутки хранения.

Для температуры хранения $4 \pm 0,5$ °C в период от начала хранения до 3-х суток происходит падение активности каталазы от 0,98 мг/г до 0,49 мг/г, потом активность каталазы падает до 0,48 от/л на 9-е сутки хранения и до 0,44 мг/г на

12-е сутки хранения. Но наиболее существенное уменьшение активности фермента установлено для температуры $6 \pm 0,5$ °С.

Как видно из данных рисунка 4.20, активность каталазы в опенке зимнем несколько больше, чем в летнем на протяжении всего срока хранения при разных температурах хранения. Исключение составляет лишь одинаковая активность этого фермента у обоих видов опенк через 12 дней хранения при 6 °С.

Для штамма зимнего опенка наблюдается в основном снижение активности каталазы, как и в случае со штаммом летнего опенка. При хранении зимнего опенка в предложенных условиях в период от начала хранения до 3-х суток происходит падение активности каталазы от 0,98 мг/г до 0,49 мг/г, потом от 3-х суток до 6-и суток активность каталазы постепенно возрастает до 0,52 мг/г и держится на уровне 0,60 мг/г до 9-х суток хранения, однако, в период от 9-и суток до 12-и суток хранения активность каталазы стремительно падает до 0,28 мг/г.

Для штамма зимнего опенка все же действуют некоторые отличия от штамма летнего опенка. На рисунке 4.18 видно, что при температуре хранения $4 \pm 0,5$ °С в период от начала хранения до 3-х суток происходит резкое падение активности каталазы с 1,15 мг/г до 0,60 мг/г, потом от 3-х суток до 6-и суток активность фермента увеличивается с 0,52 мг/г до 0,67 мг/г, и затем опять падает вначале до 0,48 на 9-е сутки хранения, далее в период от 9-и суток до 12-и суток хранения активность каталазы падает до 0,41 мг/г. В дальнейшем динамика активности каталазы опенка зимнего мало чем отличается от динамика активности каталазы летнего штамма.

Следовательно, температура и продолжительность хранения оказывают значительное влияние на активность фермента. Результаты исследований активности каталазы указывают на то, что наиболее подходящей температурой для хранения является интервал $0-4$ °С. Увеличение температуры хранения приводит к быстрому падению активности каталазы, что снижает эффективность расщепления и обезвреживания перекиси водорода, образующейся в результате клеточного метаболизма и представляющей опасность для клеток.

Выводы по главе 4

Разработана комплексная описательная балльная шкала оценки органолептических показателей качества свежих культивируемых грибов на основе дескрипторного метода с оценкой сроков годности.

Математическим, статистическим и прогнозным инструментарием рассчитаны коэффициенты весомости для каждого органолептического показателя.

Установлено, что при проведении исследований фактические сроки годности превышают рекомендуемые сроки, указанные в нормативной документации, на время, определяемое коэффициентом резерва.

Рассчитана комплексная балльная оценка органолептических показателей качества свежих культивируемых грибов в соответствии с разработанной балльной шкалой (как неупакованных, так и упакованных) при различных температурных режимах.

Предложены рекомендации по оптимальным срокам хранения для исследуемых свежих культивируемых грибов: без упаковки при температуре около 4 °С, а упакованные в полиэтилен (ПЭ) – при температуре около 2 °С. Так, срок хранения шампиньонов и вешенки в условиях охлаждения без упаковки 3 суток, с упаковкой – 7 суток с учетом коэффициента резерва. Срок хранения опят летних и зимних в условиях охлаждения 5 суток, в упаковке – 8 суток; кольцевика в условиях охлаждения без упаковки 7 суток, с упаковкой – 12 суток. Срок хранения грибов шиитаке и мейтаке в условиях охлаждения без упаковки 8 суток, с упаковкой – 18 суток с учетом коэффициента резерва.

Определены степени качества грибной продукции для рекомендаций дальнейшего использования ее при хранении, реализации и выбора методов переработки.

Установлено, что в процессе хранения грибов происходит незначительное уменьшение содержания сухих веществ, преимущественно за счет потребления усвояемых сахаров самими грибами для поддержания их жизненных функций. На

состав и количество сухих веществ в культивируемых грибах в основном влияют температура и продолжительность хранения.

Установлено, что содержание липидов в грибах кольцевика изменчиво и определяется продолжительностью и температурными условиями хранения, не являясь стабильным показателем. Независимо от температуры хранения наблюдается общая тенденция к снижению массовой доли липидов. Хранение грибов при температуре 4–6 °С обуславливает возрастание концентрации МДА, что может негативно сказаться на здоровье человека.

Представленные результаты исследования азотистых веществ в шиитаке показывают, что их содержание до 14 % выше, чем в белых грибах. В первые 3 суток хранения потери альбуминов и глобулинов составляют 10,1 %, а на 6 сутки – 27,6 %. Однако далее уменьшение происходит более степенно.

Установлено изменение состава незаменимых аминокислот в культивируемых грибах при хранении: оптимальными для сохранения аминокислот являются условия хранения при температуре 0 °С, а наиболее негативными – при температуре 6 °С.

В свежесобранных плодовых телах *Agaricus bisporus* активность АсАТ в 4,09 раза ниже активности АлАТ. В течение периода хранения наблюдается постепенное увеличение активности АсАТ, с ежедневным приростом около 7 %. Активность АлАТ снижается в течение первых четырех суток хранения, после чего наблюдается ее увеличение к концу периода хранения. Динамика активности амилазы в плодовых телах *Agaricus bisporus* изменяется по полиномиальному закону при всех температурах хранения. Активность гаммаглутаминтранспептидазы в свежесобранных шампиньонах не зависит ни от штамма, ни от морфологического состояния грибов, она одинакова, что, очевидно, обусловлено их схожими биологическими особенностями. Активность лактатдегидрогеназы в свежесобранных грибах различается в зависимости от штамма и, несущественно, от стадии их развития, чем выше скорость обмена в продукте, тем больше накапливается молочной кислоты и тем выше активность указанного фермента.

Определено, что количество ингибиторов пищеварительных ферментов зависит от вида штамма гриба, причем эта разница незначительна. Выявлена зависимость активности ингибиторов трипсина от температуры и продолжительности хранения. Динамика активности ингибиторов трипсиноподобных ферментов при различных температурах хранения характеризуется общей тенденцией к снижению, за исключением хранения при $20 \pm 0,5$ °С, где наблюдается кратковременное увеличение активности в начале хранения с последующим спадом.

Определена количественная характеристика активности каталазы, которая слабо зависит от вида штамма гриба. Установлена закономерность характера распределения активности каталазы в зависимости от температур и сроков хранения. Динамика активности каталазы при разных температурах хранения характеризуется общей тенденцией к снижению, что, вероятно, обусловлено уменьшением интенсивности дыхания грибов.

Получен патент на полезную модель UA № 40410 «Способ хранения свежих культивируемых грибов».

ГЛАВА 5 ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ЗАМОРАЖИВАНИЯ НА КАЧЕСТВО И СОХРАНЯЕМОСТЬ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ

5.1 Изменение свойств культивируемых грибов в зависимости от условий проведения подготовительных операций

Согласно исследованиям З.Э. Беккер [1988], Л.В. Белокрыловой [2006], Ю.Т. Жук [1982], А.М. Жукова [1980], Д.А. Плотникова [2003] пищевая значимость и пригодность грибов для последующей обработки зависят от их химического состава, который, в свою очередь, обусловлен не только генетическими характеристиками конкретного вида, но и степенью зрелости (развития) организма [16, 107, 112, 232].

В соответствии со стандартом ЕЭК ООН FFV-24, регламентирующим требования к сбыту и контролю товарного качества культивируемых грибов, они классифицируются по степени развития [306, с. 9 D]. Степень развития (биологическая зрелость) подразумевает деление грибов по возрасту на молодые, средние и старые.

Возраст грибов определяли по комплексу показателей: диаметр шляпки, форма шляпки, состояние ножки, цвет и запах. На основе анализа данных перечисленных исследователей описание органолептических показателей по возрасту было сгруппировано автором и представлено в таблицах 5.1–5.2.

Зависимость классификации культивируемых грибов по возрасту от такого физического параметра, как диаметр шляпки, – признак, безусловно, один из наиболее очевидных и легко измеряемый, что делает его удобным инструментом для определения стадии зрелости гриба, особенно в условиях промышленного выращивания.

Для каждого вида исследуемых культивируемых грибов установлены свои диапазоны диаметров, соответствующие молодым, средним и старым особям. Такая калибровка может использоваться для обеспечения однородности партии грибов при хранении и переработке.

Таблица 5.1 – Деление культивируемых грибов по возрасту в зависимости от диаметра шляпки

Вид грибов	Диаметр шляпки (в зависимости от вида), см		
	молодые	средние	старые
Шампиньон	3-4	5-6	7–10 и более
Вешенка	5-6	7-8	9–12 и более
Опята (летние и зимние)	2-3	4-5	6–8 и более
Кольцевик	4-5	6	7–8 и более
Шиитаке	5-8	8-15	16–20 и более
Мейтаке	2-3	4-8	9–10 и более

Представленная таблица является ценным справочным материалом для грибководов, позволяя более точно планировать сбор урожая, оценивать качество продукции и оптимизировать условия выращивания для каждого конкретного вида культивируемых грибов. Диаметр шляпки выступает как доступный и информативный индикатор, отражающий биологическую зрелость гриба

Сортировка по виду, возрасту и качеству проводится для однородных партий грибов, что определяет дальнейшее назначение и сохраняемость продукции. Проведенный анализ органолептических показателей грибов позволил выявить корреляционные зависимости между возрастом плодового тела и его внешними характеристиками (Таблица. 5.2).

Так, для молодых грибов характерны более плотные шляпки, часто с завернутыми краями, в то время как у зрелых и старых экземпляров шляпки становятся более плоскими или даже вогнутыми. Размеры шляпки также варьируются: у молодых грибов они, как правило, меньше, постепенно увеличиваясь с возрастом до достижения своего максимального размера, после чего могут начать деградировать.

Состояние ножки гриба также является важным индикатором его возраста. Молодые грибы обычно имеют упругую, плотную ножку, часто покрытую тонкой пленкой или велюровым налетом. По мере старения ножка может становиться более волокнистой, иногда терять свою упругость, а в некоторых случаях –

трескаться или деформироваться. Цвет ножки также может изменяться, становясь более темным или приобретая специфические оттенки, характерные для данного вида и стадии развития.

Таблица 5.2 – Органолептические показатели качества культивируемых грибов в зависимости от возраста культивируемых грибов

Показатели		Степень развития (по возрасту)		
		молодые	средние	старые
Внешний вид				
Плодовое тело	шляпка	сочная, упругая, гладкая, чаще округлой, яйцевидной, колокольчатой формы, край шляпки прижат к ножке	упругая, распрямлена, ширококонической, плосковыпуклой или вогнутой формы	слегка суховатая, могут наблюдаться единичные трещинки. Край шляпки часто отогнут в сторону
	ножка	мягкая, упругая	упругая	пористая, рыхлая, может крошиться
Консистенция		однородная упругая, без пятен	мясистая	размягченная
Цвет		чаще всего имеет светлую окраску: беловатую, желтоватую или буроватую	свойственный данному виду	желтеет, темнеет (в зависимости от вида гриба)
Запах		свойственный данному виду, тонкий аромат	приятный, насыщенный грибной аромат	свойственный, однако может иметь затхлый или кислый запах

Цвет шляпки демонстрирует, возможно, наиболее вариативную картину. У молодых грибов он часто более насыщенный и яркий, тогда как с возрастом может бледнеть, приобретать землистые оттенки или, наоборот, становиться более темным, особенно в центральной части.

Появление пятен, изменение текстуры поверхности шляпки (от гладкой до бархатистой, слизистой или морщинистой) также коррелирует с возрастом.

Запах грибов также претерпевает изменения. Молодые плодовые тела, как правило, обладают более выраженным, приятным ароматом, характерным для своего вида. С возрастом запах может становиться менее интенсивным, приобретать кислые, затхлые или даже неприятные оттенки, что свидетельствует о процессах разложения. Таким образом, комплексный анализ этих органолептических показателей дает достаточно точное представление о возрасте гриба.

Обработка культивируемых грибов для последующего замораживания предусматривает предварительный подготовительный процесс бланширования, т.е. термическую обработку, целью которой является удаление большей части воздуха, инактивация ферментов и подавление развития микрофлоры (количество на поверхности снижается на 90÷99 %) [16, 205].

Бланширование играет ключевую роль в сохранении качества грибов при замораживании для поддержания высоких потребительских свойств замороженных грибов. Главная задача этой процедуры – снизить активность ферментов, которые сохраняют ее даже при низких температурах, провоцируя нежелательные изменения во внешнем виде, консистенции и вкусовых характеристиках продукта.

Бланширование выступает своеобразным блокиратором нежелательных реакций, способных негативно повлиять на замороженные грибы. В частности, такая обработка позволяет сохранить приятный, естественный оттенок грибов после разморозки; без нее грибы могут приобрести нежелательный темный цвет. Кроме того, бланширование позволяет лучше сохранить структуру грибов, так как ферменты разрушают клеточные стенки, что приводит к излишней водянистости после оттаивания. Правильно проведенное бланширование позволяет предупредить ряд физико-химических изменений в культивируемых грибах, минимизировать снижение пищевой ценности грибов и далее при хранении [13, 16, 23, 112, 232].

В ходе экспериментальных исследований процессу бланширования подвергали: шампиньоны, опята зимние и опята летние, кольцевик, шиитаке,

мейтаке, для последующего выбора режима подготовки к замораживанию. Схема предварительных операций при замораживании свежих культивируемых грибов, включая бланширование, представлена на рисунке 5.1.

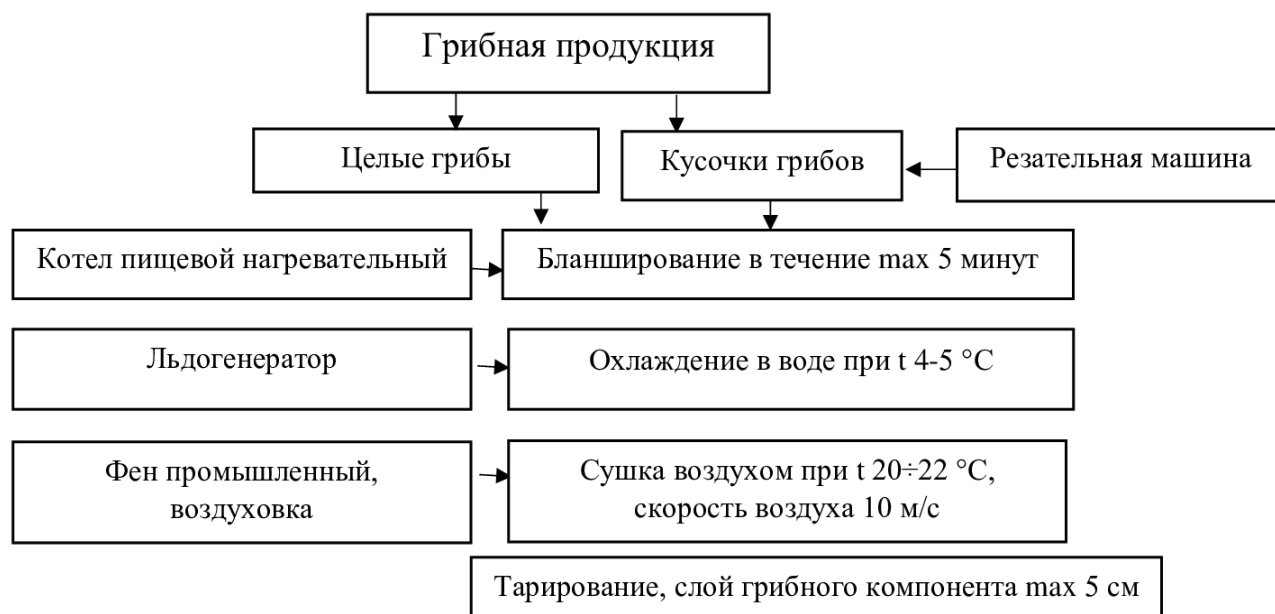


Рисунок 5.1 – Схема предварительных операций при замораживании грибов

Бланширование проводилось в воде с содержанием соли 1 % и лимонной кислоты 0,2 % при температуре 80 °С, затем охлаждали в холодной воде, обдували феном сухим холодным воздухом. Бланширование хорошо переносится молодыми и средними по возрасту грибами, хотя грибы среднего возраста подвержены немного большим потерям массы. Например, для шиитаке потери составляют от 0,6 до 6%, а для шампиньонов - от 2,3 до 3,2%.

Важно учитывать, что на потери влияет также 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.

Данные, представленные на рисунке 5.2, показывают, что сокращение времени бланширования шампиньонов с 5 до 2–3 минут или замена бланширования водой на обработку паром приводит к улучшению качества конечного продукта и снижению потерь массы на 7% для молодых и средних грибов. При этом убыль массы бланшированных грибов при 2÷3 минутах

составляет 17÷21 % у молодых грибов и у средних по возрасту грибов, а при 5 минутах – 24÷28 % у старых, соответственно.

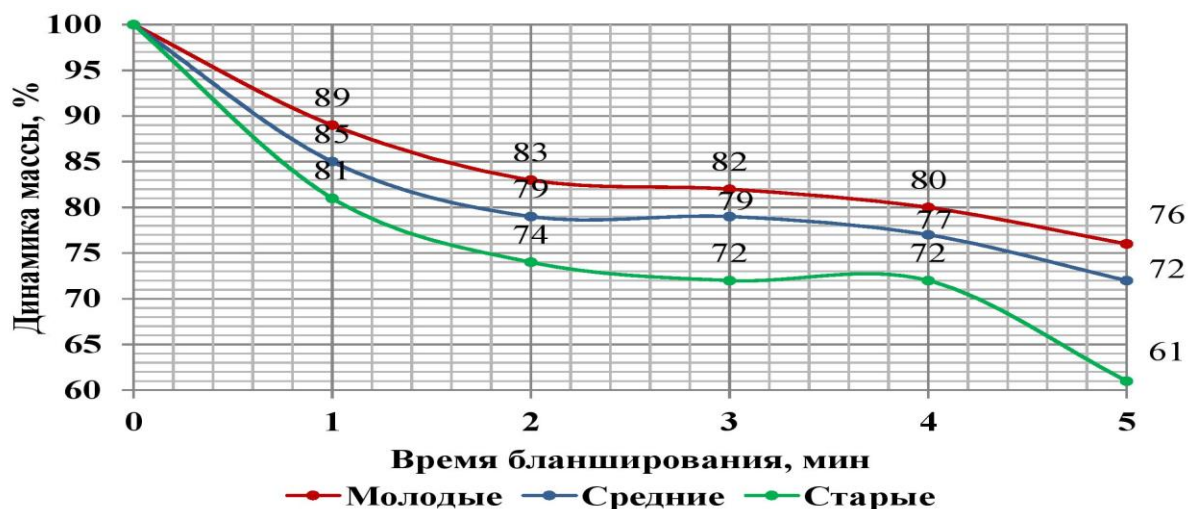


Рисунок 5.2 – Влияние времени бланширования на изменения массы шампиньонов в зависимости от возраста плодовых тел

По сравнению со старыми грибами, грибы молодого и среднего возраста лучше сохраняют качество на 10÷15 % на всем этапе 5-минутного бланширования.

На рисунке 5.3 представлено изменение массы в процессе бланширования молодых грибов кольцевика, по сравнению со старыми грибами. Так, в пределах 2–3 минут на 11÷13 %, такая же тенденция прослеживается при процессе бланширования кольцевика разных степеней зрелости в течение 5 минут.

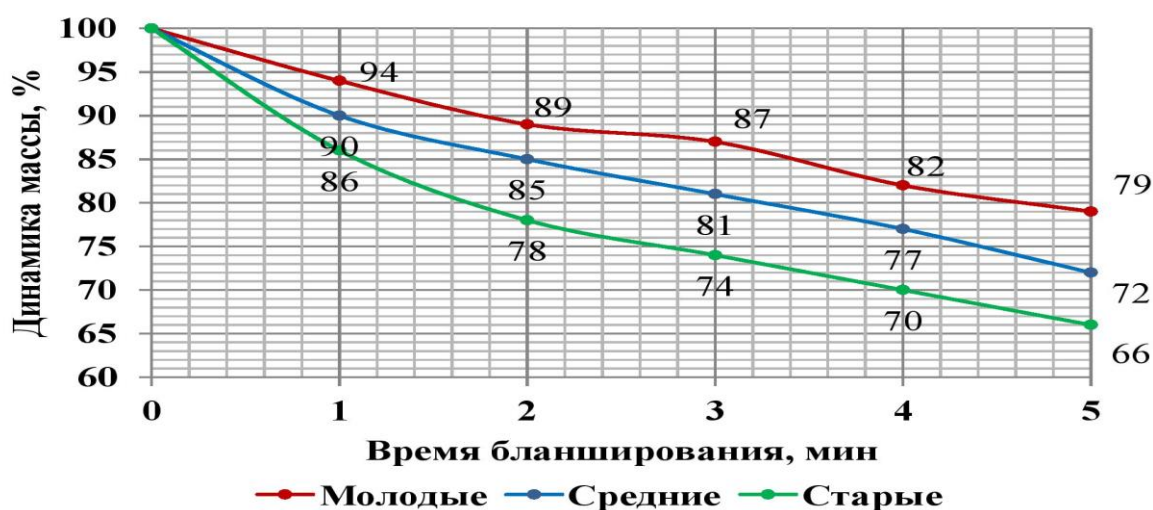


Рисунок 5.3 – Влияние времени бланширования на изменение массы кольцевика в зависимости от возраста плодовых тел

Важно отметить необходимость учитывать количественное содержание воды в свежих грибах, ибо из данных проведенного исследования видно, что при анализе изменения массы опять содержание воды в опенке летнем больше, чем в опенке зимнем, что повышает его устойчивость при бланшировании (Рисунок 5.4).

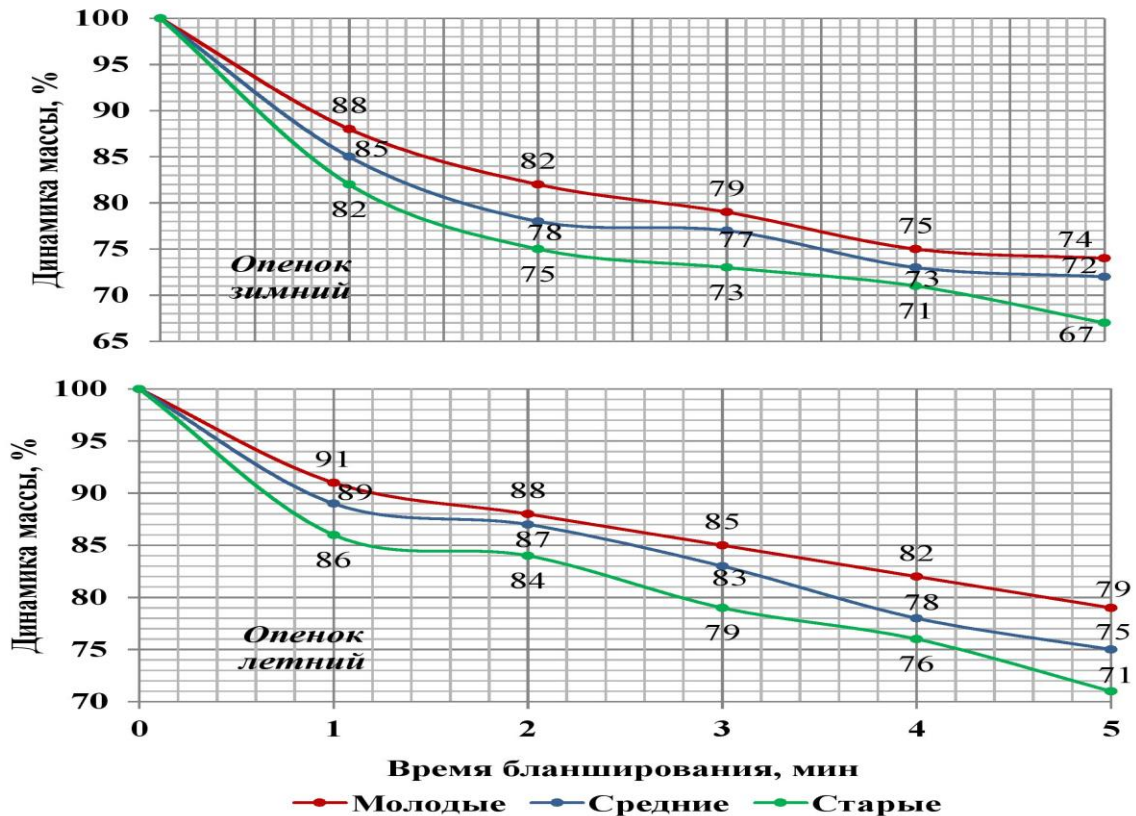


Рисунок 5.4 – Влияние времени бланширования на изменение массы опят в зависимости от возраста плодовых тел

Так, потери массы молодых грибов у летнего опенка ниже, чем зимнего при 2–3 минутах бланширования на 6 %, а у старых на 8 %.

На рисунке 5.5 представлено изменение массы шиитаке, где прослеживается меньшее (в сравнении с грибами шампиньона и кольцевика) снижение убыли массы грибов на различных стадиях бланширования.

Так, масса грибов снижается на 4–5 % в течение 2–3 минут соответственно. Конечный результат потери массы у шиитаке ниже в сравнении со всеми исследуемыми видами бланшированных грибов на всем этапе бланширования при разных стадиях зрелости.

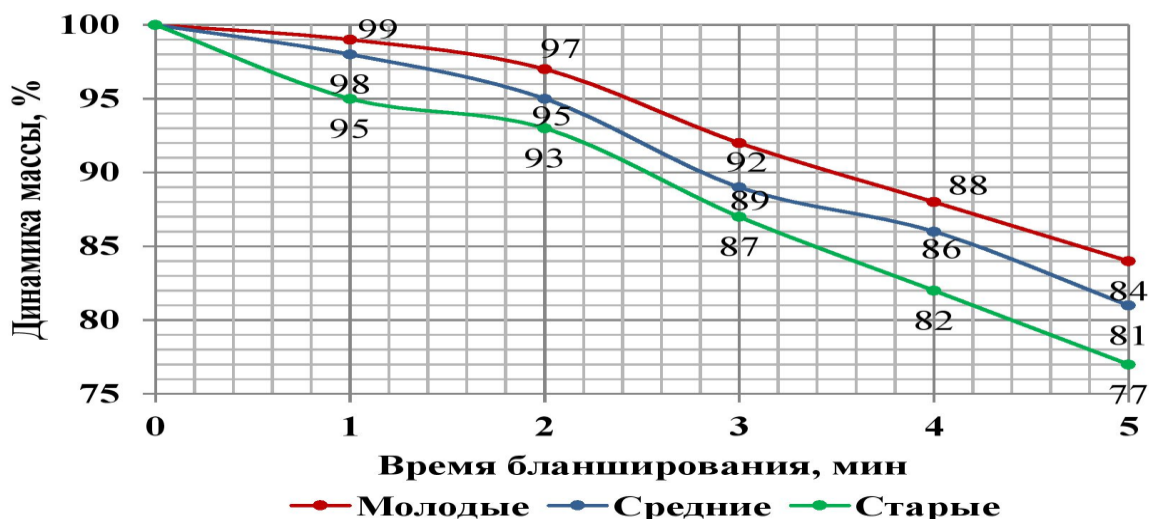


Рисунок 5.5 – Влияние времени бланширования на изменение массы шиитаке в зависимости от возраста плодовых тел

На рисунке 5.6 представлено изменение массы мейтаке на различных стадиях бланширования. Видно, что убыль массы мейтаке и шиитаке одинаково плавно снижается в течение всего процесса.



Рисунок 5.6 – Влияние времени бланширования на изменение массы мейтаке в зависимости от возраста плодовых тел

По результатам бланширования разной длительности и различного возраста грибов, видно, что наилучшие значения по сохранению массы грибного тела проявляются у шиитаке и мейтаке. По итогам исследования не рекомендуется подвергать бланшированию старые грибы с развитым гименофором, так как они теряют форму и приобретают мягкую консистенцию,

что не соответствует требованиям стандарта по внешнему виду. В связи с этим, их использование возможно только в качестве сырья для производства пищевых консервов либо переработка путем высушивания.

Обмен веществ в хранящихся овощах и грибах определяется, прежде всего, уровнем дыхания и активностью ферментов. Усиленная ферментативная деятельность может приводить к накоплению веществ, образующихся в результате окислительных и расщепляющих процессов. Это, в свою очередь, отрицательно сказывается на технологических свойствах, органолептических показателях и безопасности грибной продукции. Поэтому для изучения механизма перезревания грибов следует исследовать активность ферментов, что позволяет не только понять сущность старения плодового грибного тела, но и принять меры к замедлению этих процессов, например, при уменьшении времени бланширования, как мы уже рекомендовали ранее.

Трансферазы, являясь ключевыми ферментами в метаболизме, играют жизненно важную роль в культивируемых грибах. Их исследование в данной области имеет особое значение по ряду причин. Прежде всего, трансферазы участвуют в биосинтезе сложных углеводов, полисахаридов и других важных метаболитов грибов, которые напрямую влияют на их рост, развитие и питательную ценность. Изменение активности трансфераз может существенно изменить биохимический состав грибов, что представляет интерес для повышения урожайности, улучшения вкусовых качеств и обогащения питательными веществами.

Во-вторых, трансферазы вовлечены в процессы детоксикации и защиты грибов от неблагоприятных факторов окружающей среды, таких как пестициды, тяжелые металлы и другие загрязнители. Изучение этих ферментов позволяет разрабатывать стратегии для повышения устойчивости грибов к загрязнению и обеспечения безопасности продукции.

В-третьих, особое внимание к трансферазам обусловлено их участием в синтезе биоактивных соединений, обладающих ценными свойствами для медицины и пищевой промышленности. Эти соединения, такие как

антиоксиданты, антимикробные вещества и иммуномодуляторы, могут быть использованы для разработки новых лекарственных препаратов и функциональных продуктов питания. Модификация активности трансфераз позволяет целенаправленно увеличивать содержание этих биоактивных веществ в культивируемых грибах.

Полученные данные (Таблица 5.3) свидетельствуют, что бланширование грибов в течение 2 минут снижает активность трансфераз на 92 % у шиитаке и шампиньона, на 48 % у мейтаке, на 67 % у кольцевика, на 83 и 81 % – у опенка летнего и зимнего соответственно.

Таблица 5.3 – Изменение активности трансфераз при бланшировании грибов, мкл O₂ г/час (на абс. сухое вещество)

Гриб	Продолжительность бланширования, мин					
	0	1	2	3	4	5
Шампиньон	251,7±0,1	199,2±0,08	18,2±0,001	–	–	–
Шиитаке	260,2±0,12	201,8±0,09	121,2±0,04	10,3±0,001	–	–
Мейтаке	258,4±0,11	213,5±0,09	134,2±0,06	9,1±0,001	–	–
Кольцевик	318,9±0,13	217,5±0,092	72,7±0,03	16,6±0,0015	–	–
Опенк летний	466,3±0,15	227,5±0,095	129,1±0,05	41,3±0,02	16,9±0,0016	–
Опенк зимний	472,9±0,16	231,4±0,098	134,3±0,06	42,7±0,02	17,3±0,0017	–

Соответственно, в течение 3 минут полностью подавляется активность трансфераз в шампиньоне, в течение 4 минут – в шиитаке, мейтаке и кольцевике, а в течение 5 минут – в опятах. Далее это учтено в исследовании.

В шампиньонах анализировались ферменты, проявляющие активность без участия кислорода – трансферазы, амилаза, лактатдегидрогеназа, щелочная фосфатаза (Таблица 5.4).

Тепловая обработка грибов шампиньона перед замораживанием в течение 2 минут приводит к уменьшению активности: аспартатаминотрансферазы – в 2,63 раза; аланинаминотрансферазы – в 3,45 раза; амилазы – в 2,19 раза; гаммаглутаминтранспептидазы – в 5,07 раза; лактатдегидрогеназы – в 4 раза; фосфатазы – в 1,43 раза. Установлено, что на 4 минуте бланширования полностью прекращается деятельность амилазы, гаммаглутаминтранспептидазы и

лактатдегидрогеназы, на 5 минуте активность ферментов в исследуемых образцах не наблюдается.

Таблица 5.4 – Изменение активности ферментов в плодовых телах шампиньона при бланшировании, мкл/10 г час (на абс. сухое вещество)

Ферменты	Продолжительность бланширования, мин					
	0	1	2	3	4	5
Аспаратаминотрансфераза	287,84	204,55	109,16	24,12	5,49	–
Аланинаминотрансфераза	1178,53	715,75	341,17	88,16	11,54	–
Амилаза	13,32	8,49	6,06	3,05	–	–
Гаммаглутаминтранспептидаза	37,07	21,19	13,15	7,3	–	–
Лактатдегидрогеназа	133,30	87,73	33,28	8,72	–	–
Щелочная фосфатаза	87,54	72,11	61,14	27,08	9,59	–

Снижение интенсивности исследованных ферментов в культивируемых грибах может быть необходимо для достижения множества целей, охватывающих улучшение питательной ценности, текстуры, вкуса, а также оптимизацию производственных процессов и увеличение сроков хранения.

Во-первых, модификация ферментативной активности позволяет контролировать скорость разложения сложных углеводов, белков и жиров. Например, снижение активности ферментов, вызывающих быстрое разрушение клеточных стенок, может привести к улучшению текстуры грибов, делая их более упругими и менее склонными к размягчению в процессе хранения или приготовления. Регулирование активности ферментов, отвечающих за превращение сахаров, может повлиять на сладость и вкусовой профиль грибов, что важно для удовлетворения потребительских предпочтений.

Во-вторых, снижение интенсивности определенных ферментов может способствовать увеличению питательной ценности грибов. Ферменты, расщепляющие полезные соединения, такие как антиоксиданты или полисахариды, могут уменьшить их концентрацию. Ингибирование этих ферментов позволит сохранить больше ценных компонентов, повышая пищевую ценность грибов и их полезность для здоровья.

В-третьих, модификация ферментативной активности имеет значение для улучшения производственных процессов. Снижение активности ферментов, вызывающих быстрое потемнение грибов после сбора урожая, может продлить срок их хранения и облегчить транспортировку. Кроме того, регулирование ферментов, участвующих в биосинтезе нежелательных соединений, может улучшить общую эффективность выращивания грибов и снизить производственные затраты.

Наконец, управление ферментативной активностью позволяет создавать новые, улучшенные сорта грибов с заданными характеристиками. Путем целенаправленной модификации генов, кодирующих определенные ферменты, можно получить грибы с улучшенной текстурой, вкусом, питательной ценностью и сроком хранения, отвечающие требованиям, как потребителей, так и производителей.

Среди исследованных окислительно-восстановительных ферментов в грибах каталаза выделяется своей высокой активностью, что согласуется с данными в научных публикациях, где представлена информация о свежих грибах, в которых наблюдается значительная каталазная активность [Волошко Т.Е. Федотов О.В. «Сравнительная характеристика базидиальных грибов – продуцентов каталазы», 2014]. Этот фермент играет важную роль в нейтрализации перекиси водорода, вещества, представляющего опасность для живых систем. Кроме того, каталаза вовлечена в процессы окисления спиртов и разнообразных органических молекул [Аладьева Т.Л., Зиматкин С.М. «Каталаза клетки: строение, биогенез, многообразие, функции», 2022].

Определение каталазы в бланшированных грибах, на первый взгляд, может показаться излишним, учитывая неминуемую гибель клеток при замораживании. Однако эта процедура имеет несколько важных целей, связанных с контролем качества и обеспечением безопасности продукта.

Во-первых, активность каталазы является индикатором эффективности бланширования. Бланширование, по сути, это процесс термической обработки, направленный на инактивацию ферментов, вызывающих нежелательные

изменения в грибах при хранении, такие как потемнение, изменение текстуры и вкуса. Определение остаточной активности каталазы позволяет оценить, насколько полно прошла инактивация. Если активность фермента слишком высока, это указывает на недостаточное время или температуру бланширования, что может привести к ухудшению качества грибов в процессе заморозки и хранения.

Во-вторых, определение каталазы может служить индикатором свежести сырья. Высокая активность фермента в свежих грибах свидетельствует о нормальном метаболизме клеток. Однако если грибы уже начали портиться или подвергались ненадлежащим условиям хранения до бланширования, активность каталазы может быть снижена или искажена, что указывает на непригодность сырья для заморозки.

В-третьих, контроль активности каталазы важен для стандартизации процесса производства. Регулярное определение позволяет установить оптимальные параметры бланширования для конкретных видов грибов и оборудования, обеспечивая стабильное качество готовой продукции. Это особенно важно для промышленных производств, где необходимо гарантировать соответствие продукции установленным стандартам безопасности и качества.

Наконец, несмотря на гибель клеток при замораживании, остаточная активность каталазы, даже незначительная, может влиять на органолептические свойства грибов в процессе размораживания и приготовления. Фермент может продолжать медленно катализировать разложение перекиси водорода, образующейся в результате естественных биохимических процессов, что может приводить к появлению нежелательных привкусов и запахов. Таким образом, контроль активности каталазы – это важный этап в производстве замороженных грибов, направленный на обеспечение безопасности и сохранение их потребительских качеств.

В опятах летних и зимних, с учетом более устойчивого количественного состава ферментов, при бланшировании исследовалась каталаза, активность которой наоборот проявляется при участии кислорода (Таблица 5.5).

Таблица 5.5 – Изменение активности каталазы в плодовых телах опят (зимних и летних), нмоль/мин (на абс. сухое вещество)

Ферменты	Продолжительность бланширования, мин					
	0	1	2	3	4	5
Опенок зимний	0,855±0,00054	0,758±0,0004	0,498±0,0003	0,215±0,0002	0,052±0,0001	–
Опенок летний	0,728±0,0007	0,550±0,0003	0,304±0,0002	0,171±0,0002	0,037±0,0001	–

Имеющиеся литературные сведения об изменениях в активности каталазы при хранении и бланшировании отличаются значительными разногласиями. Некоторые исследования указывают на постепенное снижение ее активности, в то время как другие говорят о высокой скорости ее снижении.

Данное исследование изменения активности каталазы опят (зимнего и летнего) показало, что увеличение времени бланширования ведет к резкому ее снижению, а через 4 минуты бланширования приводит практически к полной инактивации каталазы.

Полученные нами результаты коррелируют с данными, представленными в работах Н.А. Родькиной и В.И. Бакайтис. В своих исследованиях они выявили, что даже после бланширования грибов на протяжении 3–5 минут, окислительно-восстановительные ферменты (на примере каталазы) сохраняют остаточную активность, составляющую от 2,5% до 7,0% от первоначального уровня.

Проведенные исследования свойств культивируемых грибов в зависимости от условий проведения бланширования свидетельствует, что определение и соблюдение времени предварительной тепловой обработки бланшированием позволяют сохранить органолептические характеристики грибов.

Установлено, что сокращение времени при подготовительной операции (бланширование) позволяют предупредить нежелательные физико-химические изменения, минимизировать потери массы и снизить активность ферментов в культивируемых грибах. Глубокое понимание взаимосвязи между продолжительностью бланширования и физико-химическими свойствами культивируемых грибов открывает широкие возможности для оптимизации технологических процессов.

5.2 Переработка культивируемых грибов замораживанием

5.2.1 Изменения массы культивируемых грибов при замораживании

Для качественного длительного хранения замороженных культивируемых грибов ключевым является сохранение их потребительских свойств. Как указывает Л.В. Белокрылова «быстрое замораживание способствует образованию мелких кристаллов льда (в среднем, 11-25-30 мкм) равномерно распределенных в клетках и межклеточном пространстве, поэтому изменения в структуре сводятся к незначительной деформации клеток без нарушений общей целостности клеток и ткани» [16, с. 26]. Высокое содержание влаги (88–90 %) в грибах требует особого внимания к этому процессу, так как нарушение кристаллизации и распределения льда приводит к ухудшению качества при хранении [126, 161].

Структурные и окислительные изменения являются следствием нарушений температурного режима, скорости замораживания и температурных колебаний. Акценты на условиях хранения культивируемых грибов и обязательное их соблюдение стали одним из элементов программы исследования диссертационной работы. При исследовании сохраняемости культивируемых грибов были изучены основные их товароведно-технологические свойства с целью рекомендаций по их дальнейшему использованию.

Основными процессами, происходящими в культивируемых грибах, являются потери массы, которые наблюдаются как при хранении, так и в процессе их переработки [180]. Эти потери являются неизбежным следствием метаболических процессов, продолжающихся в тканях грибов даже после сбора урожая, а также физических изменений, таких как испарение влаги. При замораживании потери могут быть минимальными, если процесс проведен правильно.

Грибы, которые были подвергнуты предварительной подготовке, включающей сортировку по видам, размеру и качеству, очистку, мойку и бланширование, замораживали согласно технологической схеме (Рисунок 5.7).

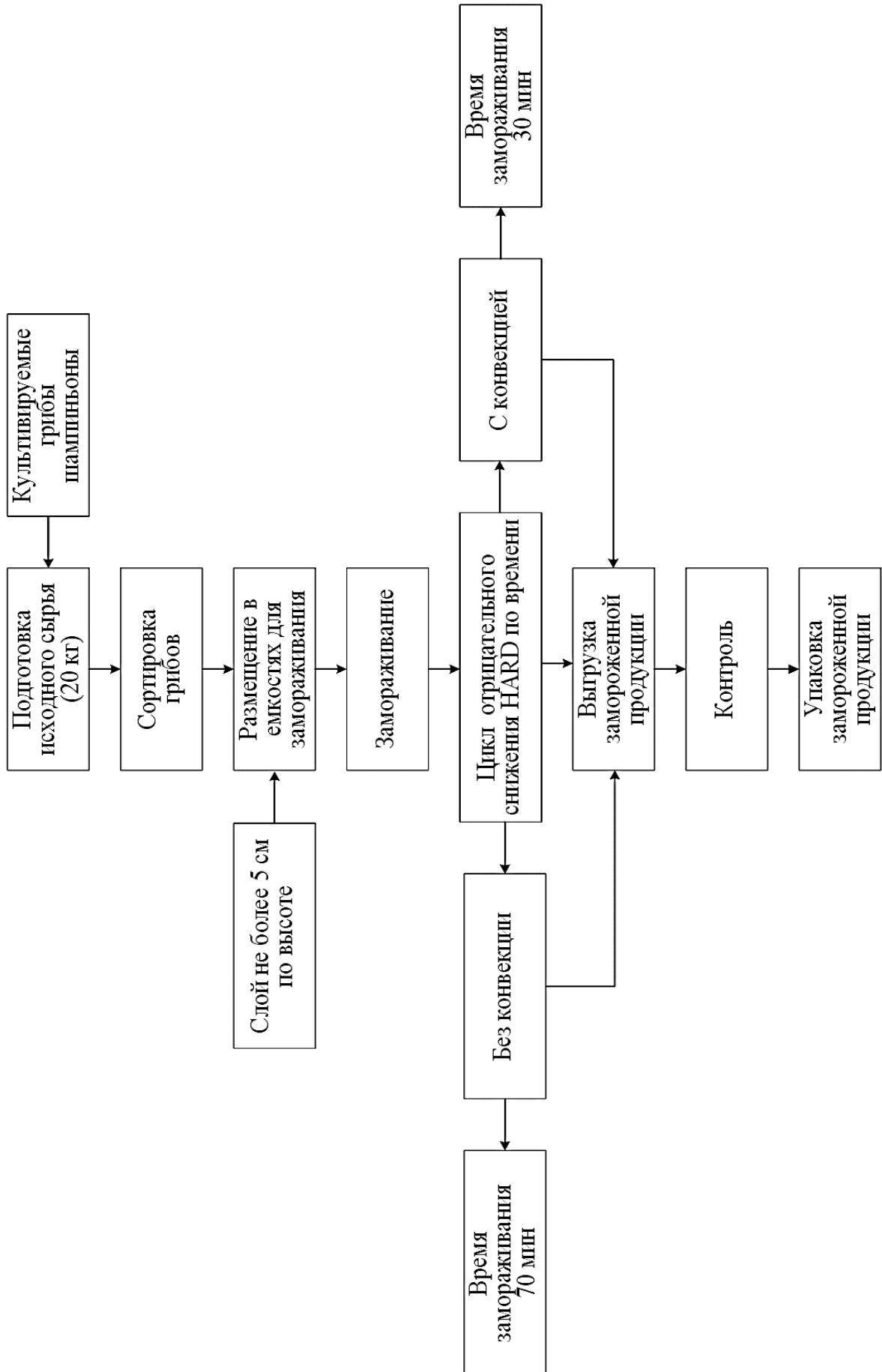


Рисунок 5.7 – Технологическая схема замораживания грибов

Для быстрого прекращения теплового воздействия после бланширования грибы немедленно охлаждали в холодной воде с температурой 4–5 °С. Предварительно подготовленные грибы раскладывали на сетку и обрабатывали воздухом с температурой 20÷22 °С при скорости движения 10 м/с, после чего грибы в один слой укладывали в пластмассовые контейнеры. Слой грибного компонента не превышал 5 см. Загруженные емкости устанавливали в камеру замораживания.

Предварительно подготовленные грибы помещали в скороморозильный агрегат СТ–3–НТ–2. При этом для постоянного мониторинга температуры в одно из плодовых тел замораживаемых грибов помещался спай стандартной хромель-копелевой термопары. Процесс замораживания проводился до снижения температуры в центре контролируемого плодового тела гриба минус 18 °С.

Замораживание производили по циклу отрицательного снижения HARD по времени: цикл пригодный для замораживания грибной продукции. Замораживали при температурах минус 18, минус 25, и минус 35 °С в морозильных камерах периодического действия. Цикл осуществлялся по времени. При естественной конвекции продолжительность замораживания (до достижения температуры в центре гриба (-18 °С)) составляла 70 минут, а при искусственной конвекции продолжительность замораживания (до достижения температуры в центре гриба минус 18 °С) составляла 30 минут.

Применение данных температурных режимов и циркуляции воздуха в аппарате позволяет увеличить интенсивность процесса замораживания грибов, что в свою очередь приводит к сокращению времени замораживания. Замороженный продукт перекладывали в подготовленную упаковку в течение 10÷30 минут с момента окончания процесса замораживания.

Процесс замораживания относится к щадящим способам переработки пищевых продуктов по отношению к их компонентам химического состава, и грибы не являются исключением. Глубокое охлаждение в кратчайшие сроки позволяет минимизировать разрушение клеточных структур, сохранить ценные витамины, минералы и белки [126].

На изменение массы грибов оказывает влияние скорость замораживания. Так, потери массы грибов после замораживания при температуре минус 18 °С, в среднем, в 3,5 раза выше, чем потери при температуре минус 35 °С (Рисунок 5.8).

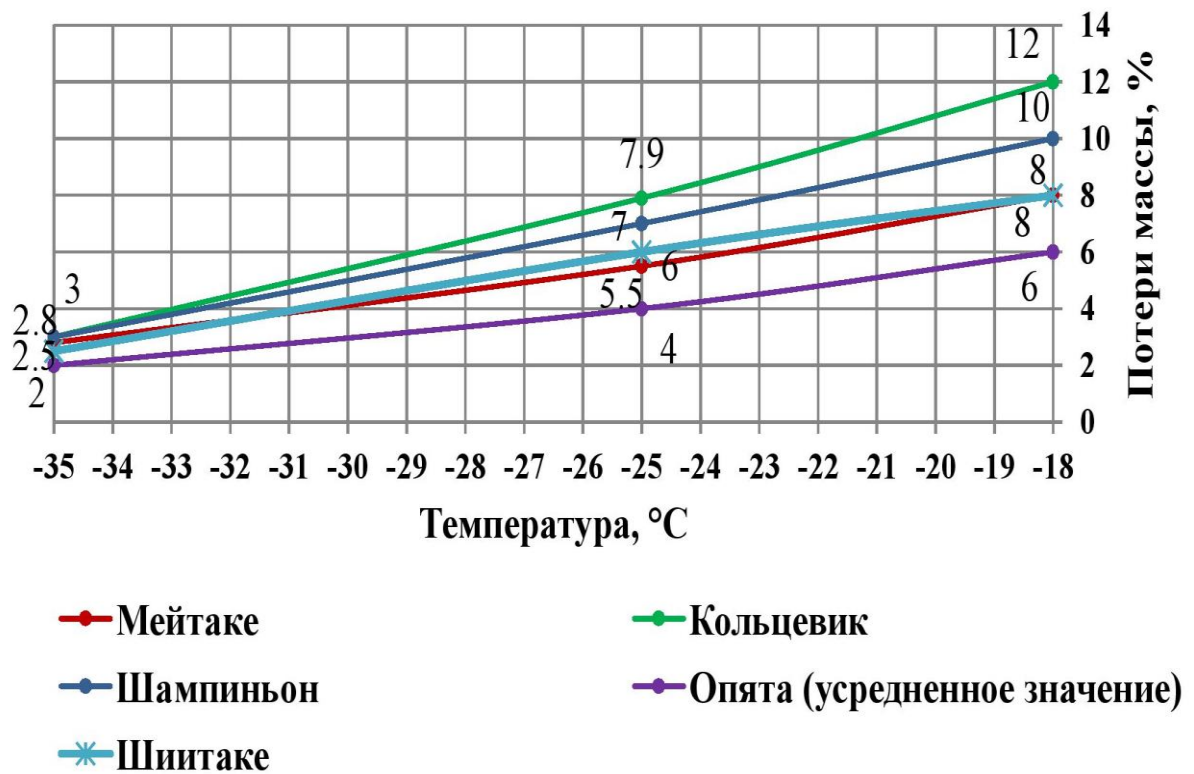


Рисунок 5.8 – Изменение массы грибов разных видов при замораживании

При замораживании резаных грибов потери массы увеличиваются вследствие большей поверхности испарения воды. При чем изменения массы в опытных грибах до температуры минус 25 °С была примерно одинакова, но далее эти показатели значительно отличаются. Минимальная потеря массы в сравнении с другими опытными грибами была зафиксирована у шампиньонов, а наибольшая у кольцевика. У шиитаке и мейтаке убыль массы на всем протяжении понижения температуры замораживания была практически на одном уровне.

На скорость замораживания, кроме температуры, влияют структура и размеры плодовых тел – диаметр и толщина шляпки. Именно этим объясняется большая продолжительность замораживания, зафиксированная в процессе экспериментального исследования, у кольцевика и мейтаке, и меньшая – у опят.

Прослеживается также определенная зависимость в изменении массы и относительной плотности грибов в процессе замораживания: большее снижение массы отмечено у грибов с рыхлой структурой – опята (относительная плотность 550 кг/м), меньшее – у грибов с плотной структурой – мейтаке (относительная плотность 690 кг/м³), кольцевик (относительная плотность 700 кг/м) [233].

5.2.2 Влияние замораживания на изменение химического состава замороженных грибов

В процессе замораживания целые грибы теряют около 2% влаги, резанные – до 3%.

Предварительное бланширование способствует снижению потерь влаги за счет двух механизмов: образования поверхностной корочки при обдувке воздухом и частичной денатурации белка, в результате которой белки связывают часть свободной воды.

Анализ содержания веществ замороженных грибов на начало хранения (непосредственно после замораживания) показал некоторые отличия от состава свежих грибов (Таблица 5.6).

Содержание веществ в бланшированных и небланшированных исследуемых культивируемых грибах при замораживании показывает у большинства видов грибов, кроме шампиньонов, значительное увеличение концентрации белковых веществ в небланшированных грибах, вероятно, это связано с тем, что при бланшировании происходит экстракция водорастворимых белков и других веществ в воду. В бланшированных грибах таких изменений не выявлено.

В.И. Бакайтис в своих трудах отмечает, что лучшая сохраняемость белковых веществ грибов обусловлена разрушением протеолитических ферментов, гибелью гнилостной микрофлоры и напрямую связана с их денатурацией и снижением растворимости за счет бланширования [13]. Стабильные белки, в свою очередь, удерживают влагу, обеспечивая сохранение структуры грибов после размораживания [13, 16, 316].

Таблица 5.6 – Содержание основных веществ в бланшированных и небланшированных культивируемых грибах при замораживании

Вид грибов	Вода		Белки		Сахара		Гликоген		Клетчатка		Жиры		Зола	
	%	% от свежих грибов	%	% от свежих грибов	%	% от свежих грибов	%	% от свежих грибов	%	% от свежих грибов	%	% от свежих грибов	%	% от свежих грибов
Шампиньон														
Бланшированные	90,5±0,48	100,7	4,01±0,27	88	0,44±0,02	31,3	0,23±0,05	44,6	0,68±0,04	95,2	0,58±0,06	39,1	0,57±0,07	68
Небланшированные	86,4±0,82	97,9	4,98±0,33	92	1,18±0,05	87,6	0,35±0,06	65,2	1,01±0,04	99,6	1,29±0,13	81,02	0,84±0,11	88
Шиитакэ														
Бланшированные	89,4±0,32	100,3	5,06±0,12	91	0,32±0,05	28,4	0,19±0,01	39,6	0,77±0,12	95,4	0,33±0,02	31,8	0,43±0,07	52
Небланшированные	81,2±0,44	95,2	6,09±0,17	96	1,02±0,03	82,5	0,28±0,03	63,1	1,13±0,17	99,2	1,29±0,13	72,5	0,79±0,11	71
Мейтакэ														
Бланшированные	76,7±0,54	100,2	5,94±0,22	89	0,38±0,07	33,5	0,24±0,07	44,6	0,73±0,05	94,1	0,44±0,01	29,4	0,44±0,02	59
Небланшированные	75,1±0,71	96,8	6,17±0,31	95	1,12±0,04	88,3	0,33±0,02	64,2	1,09±0,05	99,3	0,99±0,08	65,8	0,59±0,08	72
Кольцевик														
Бланшированные	91,1±0,37	100,5	3,11±0,31	83	0,49±0,08	35,2	0,17±0,01	47,3	0,68±0,04	92,7	0,56±0,05	42,2	0,61±0,09	67
Небланшированные	88,2±0,66	98,3	4,36±0,17	90	1,22±0,08	89,1	0,25±0,04	64,5	1,01±0,04	98,4	1,29±0,11	80,1	0,89±0,15	87
Опенок зимний														
Бланшированные	91,3±0,38	103,6	4,33±0,22	79	0,48±0,04	35,9	0,28±0,07	45,8	0,72±0,05	83,7	0,52±0,04	40,3	0,52±0,03	65
Небланшированные	88,2±0,77	98,4	5,64±0,39	86	1,22±0,07	88,7	0,39±0,08	67,9	1,12±0,07	87,5	1,33±0,15	83,7	0,81±0,13	86
Опенок летний														
Бланшированные	91,4±0,35	103,9	4,39±0,20	78	0,49±0,06	36,1	0,29±0,06	45,9	0,75±0,06	83,9	0,55±0,02	41,2	0,55±0,07	66
Небланшированные	88,9±0,79	98,8	5,71±0,33	86	1,25±0,09	88,9	0,41±0,09	68,1	1,14±0,09	87,8	1,36±0,11	84,9	0,87±0,14	89

Количество сахаров, гликогена, жиров и золы в небланшированных грибах выше, чем в бланшированных. Это объясняется частичной экстракцией водорастворимых веществ в воду при бланшировании.

Наименьшему влиянию процесса краткосрочного бланширования, как и замораживания в целом, подверглась клетчатка, что обусловлено ее нерастворимостью в воде.

Данные нашего исследования по изменению количества клетчатки при краткосрочном бланшировании согласуются с исследованиями отдельных видов грибов, проведенными Л.В. Белокрыловой [16].

Количественное содержание влаги незначительно, но выше в грибах, подвергшихся предварительному бланшированию, вероятно, за счет набухания белков и др. водоудерживающих веществ.

Важным компонентом культивируемых грибов являются водорастворимые витамины. Они присутствуют в грибах в небольшом количестве, но играют существенную роль в происходящих процессах при хранении и при переработке, в совокупности с другими элементами они обуславливают витаминную ценность продукта.

Ключевыми водорастворимыми витаминами в замораживаемых грибах являются рибофлавин и ниацин (Таблица 5.7). В монографическом труде З.Э. Беккер отмечено, что «Рибофлавин хорошо синтезируется многими грибами в больших количествах, вследствие чего они могут служить источниками для промышленного получения этого витамина» [15, с. 123].

Таблица 5.7 – Динамика содержания водорастворимых витаминов в замороженных грибах при замораживании (из расчета на 100 г продукта)

Вид грибов	Рибофлавин В ₂		Ниацин В ₅	
	свежие грибы, мг	% потери в замороженных грибах	свежие грибы, мг	% потери в замороженных грибах
Шампиньон				
Бланшированные	0,38	0,22±0,07	2,90	2,71±0,09
Небланшированные	0,44	0,4±0,12	3,90	4,42±0,17
Шиитакэ				
Бланшированные	0,23	0,34±0,08	1,38	3,84±0,11
Небланшированные	0,30	0,52±0,14	1,50	4,51±0,17
Мейтакэ				
Бланшированные	0,16	0,31±0,06	5,78	3,62±0,08
Небланшированные	0,20	0,48±0,11	6,60	4,36±0,15
Кольцевик				
Бланшированные	0,23	0,18±0,04	3,92	2,96±0,09
Небланшированные	0,31	0,3±0,09	4,70	3,12±0,15
Опенек зимний				
Бланшированные	0,31	0,20±0,02	3,77	2,61±0,10
Небланшированные	0,37	0,23±0,02	4,20	3,04±0,18
Опенек летний				
Бланшированные	0,32	0,21±0,02	3,81	2,75±0,11
Небланшированные	0,38	0,24±0,02	4,30	3,23±0,18

В ходе изучения литературных данных было определено, что практически все витамины в дикорастущих грибах устойчивы к замораживанию [16].

Наши исследования показали, что потери рибофлавина и ниацина при хранении не превышают 0,52 и 4,51 % (усредненные показатели) соответственно. Наиболее устойчив при замораживании рибофлавин у кольцевика и опята (летнего и зимнего), в них потери витамина происходят более щадяще.

Ниацин превалирует по сохраняющемуся количеству у шиитаке и мейтаке. Однако во всех типах замороженных грибов, не подвергавшихся бланшированию, витамины сохраняются значительно лучше, что объясняется отсутствием экстракции исследуемых водорастворимых витаминов в небланшированных грибах.

5.3 Исследования сохраняемости замороженных грибов

В процессе исследования было изучено влияние температуры и продолжительности хранения с использованием различных видов упаковок на изменения органолептических свойств замороженных культивируемых грибов.

Хранение культивируемых грибов осуществляли при температурах минус 20 ± 18 °С и при минус 18 ± 2 °С при относительной влажности воздуха 85 %.

Закладка культивируемых грибов на хранение в морозильную камеру, оборудованную воздухоохладителями и вентиляторами, проводилась согласно методике постановки исследования, где вариантами опыта были: шампиньоны бланшированные и небланшированные молодого и среднего возраста; шиитаке небланшированные; мейтаке резанные небланшированные, кольцевик бланшированный – молодого и среднего возраста; опята небланшированные – молодого и среднего возраста. Опытные партии культивируемых грибов хранили в упаковках [57, 59, 60, 61, 63, 64, 71, 79] и без упаковки (Рисунок 5.9).

Для оценки органолептических показателей замороженных культивируемых грибов в период хранения была разработана комплексная балльная шкала (Рисунок 5.10).

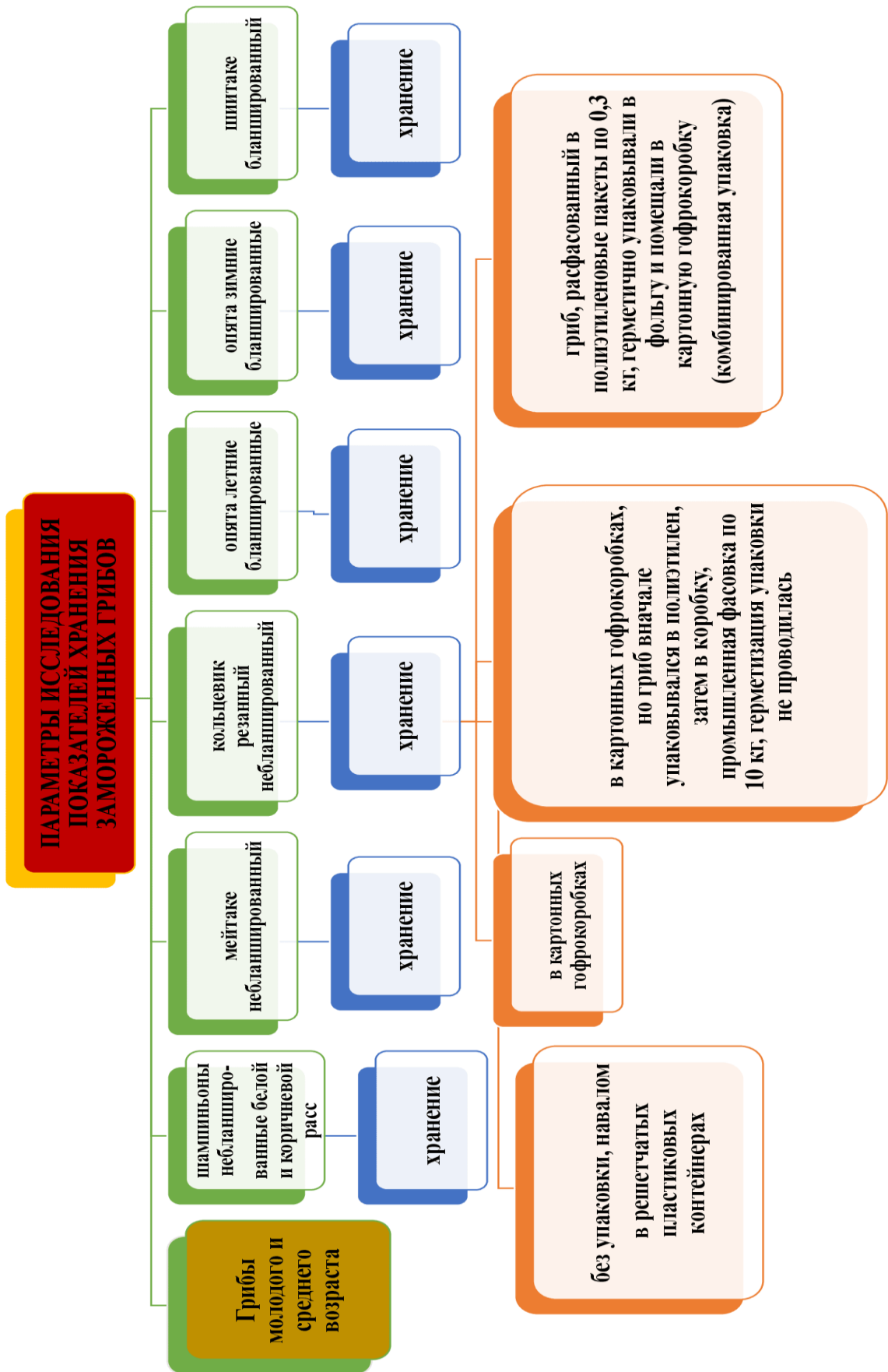


Рисунок 5.9 – Параметры проводимого исследования показателей хранения замороженных грибов

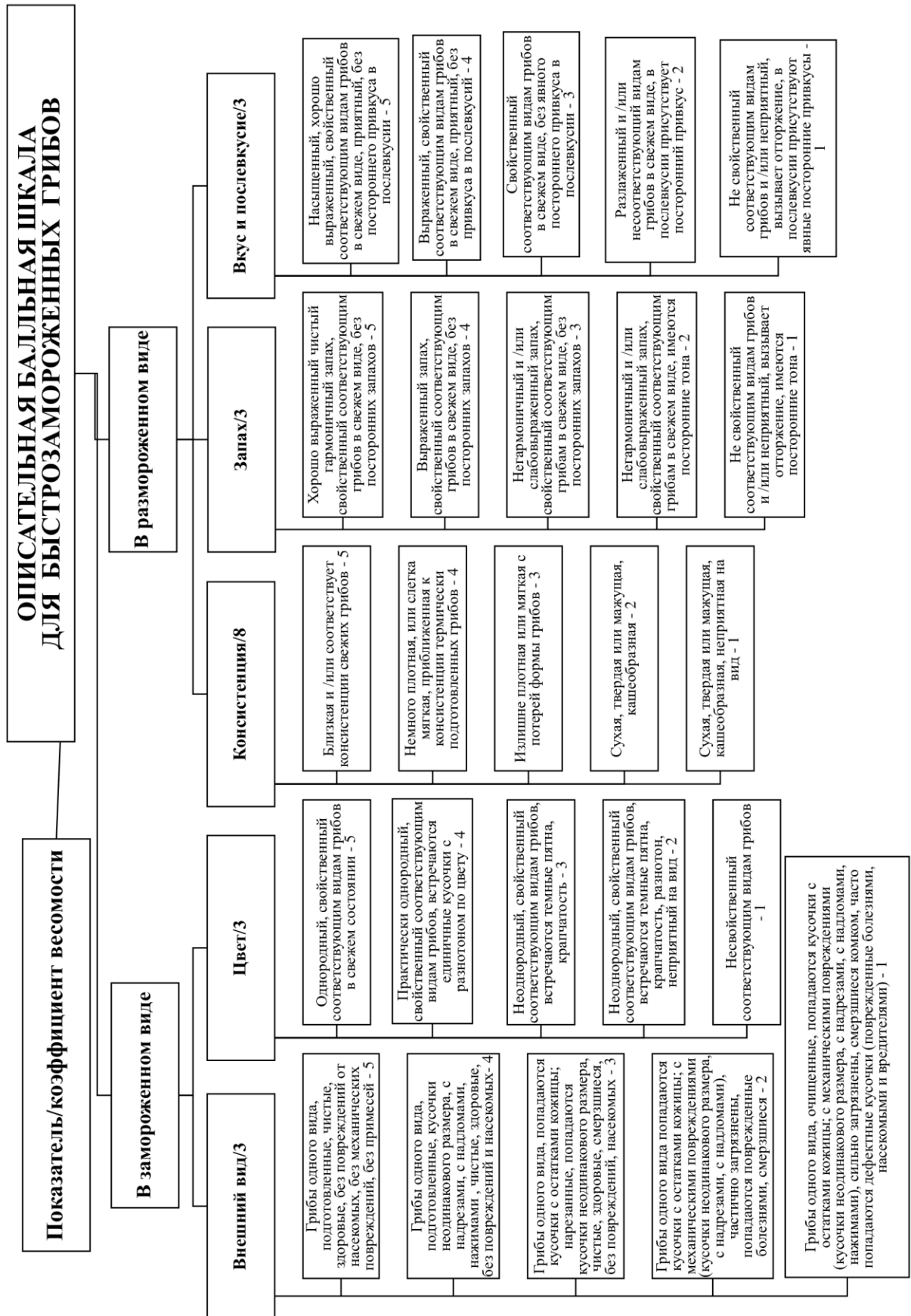


Рисунок 5.10 – Комплексная описательная балльная шкала оценки быстрозамороженных культивируемых грибов

Проведена комплексная балльная оценка качества замороженных грибов в зависимости от вида упаковочных материалов и разработаны рекомендации по температурному режиму хранения (Таблица 5.8).

Требования к органолептическим показателям быстрозамороженных грибов в соответствии с ГОСТ 55465–2013 – «Грибы быстрозамороженные. Технические условия» предъявляются по пяти показателям: в замороженном виде оценивают внешний вид и цвет, а в размороженном – вкус, запах и консистенцию. Процесс замораживания и последующего размораживания оказывает значительное влияние на структуру и качество грибов.

Был учтен коэффициент весомости и распределен в частях: в замороженном состоянии: внешний вид – 3 и цвет – 3; в размороженном состоянии: консистенция – 8; цвет и запах по 3 соответственно. Это обуславливается необходимостью отразить наиболее значимые изменения, происходящие с грибами в процессе замораживания и последующего размораживания, с точки зрения потребительского восприятия. Размораживание, являясь ключевым этапом подготовки грибов к употреблению, кардинально влияет на их текстурные и органолептические свойства. Поэтому в размороженном состоянии наибольший вес (8) присвоен консистенции. Сюда входят такие характеристики, как упругость, сочность, отсутствие признаков размягчения или, наоборот, излишней жесткости, что является прямым следствием как качества грибов до замораживания, так и правильности процесса низкотемпературной обработки.

Образовавшиеся кристаллы льда разрушают клеточные стенки, что приводит к изменению текстуры грибов после размораживания. Они становятся более мягкими, водянистыми и менее упругими. При размораживании поврежденные клетки не способны удерживать влагу, что приводит к ее высвобождению. Это сказывается на вкусе и аромате грибов, делая их менее насыщенными. Длительное хранение замороженных грибов приводит к изменению их органолептических показателей, что обусловлено интенсивным снегообразованием, изменением консистенции и снижением интенсивности окраски.

Таблица 5.8 – Комплексная балльная оценка качества замороженных грибов в зависимости от вида упаковочных материалов и рекомендации по температурному режиму замораживания и хранения

Органолептический показатель	Культивируемые грибы			
	Замораживание			
	Условия хранения			
Температура сушки	Без упаковки	Гофрокартон (ГФК)	Комбинированная упаковка	
			ПЭ + ГФК	ПЭ + фольга + ГФК
Шитаке Рекомендуемая температура замораживания – 18 °С				
Консистенция	3,90	3,92	4,87	4,89
Цвет	3,83	4,14	4,48	4,89
Вкус	3,75	4,14	4,87	4,88
Послевкусие	3,82	4,23	4,87	4,88
Внешний вид	3,92	4,44	4,88	4,89
Мейтаке Рекомендуемая температура замораживания – 18 °С				
Консистенция	3,98	4,00	4,81	4,91
Цвет	3,91	4,22	4,92	4,86
Вкус	3,83	4,23	4,91	4,91
Послевкусие	3,90	4,31	4,90	4,90
Внешний вид	3,95	4,26	4,63	4,84
Шампиньон Рекомендуемая температура замораживания – 20 °С				
Консистенция	3,58	4,08	4,90	4,92
Цвет	3,59	4,83	4,83	4,14
Вкус	3,58	4,59	4,75	4,14
Послевкусие	3,57	4,57	4,82	4,23
Внешний вид	3,24	4,54	4,65	4,85
Вешенка Рекомендуемая температура замораживания – 25 °С				
Консистенция	3,65	3,77	3,81	3,80
Цвет	3,58	3,98	3,82	3,72
Вкус	3,61	3,98	4,15	3,81
Послевкусие	3,67	4,06	4,02	3,89
Внешний вид	2,84	3,77	4,21	4,38
Кольцевик Рекомендуемая температура замораживания – 20 °С				
Консистенция	3,83	3,84	4,49	4,48
Цвет	3,75	4,05	4,50	4,73
Вкус	3,68	4,06	4,49	4,49
Послевкусие	3,75	4,14	4,48	4,48
Внешний вид	3,71	4,10	4,86	4,87
Опенок (летний и зимний) Рекомендуемая температура замораживания – 18 °С				
Консистенция	2,99	3,00	4,47	4,46
Цвет	2,93	3,17	4,48	3,93
Вкус	2,87	3,17	4,46	4,47
Послевкусие	2,93	3,24	4,47	4,45
Внешний вид	3,92	4,13	4,29	4,43

Изменение массы замороженных бланшированных шампиньонов молодого и среднего возраста представлено на рисунке 5.11.

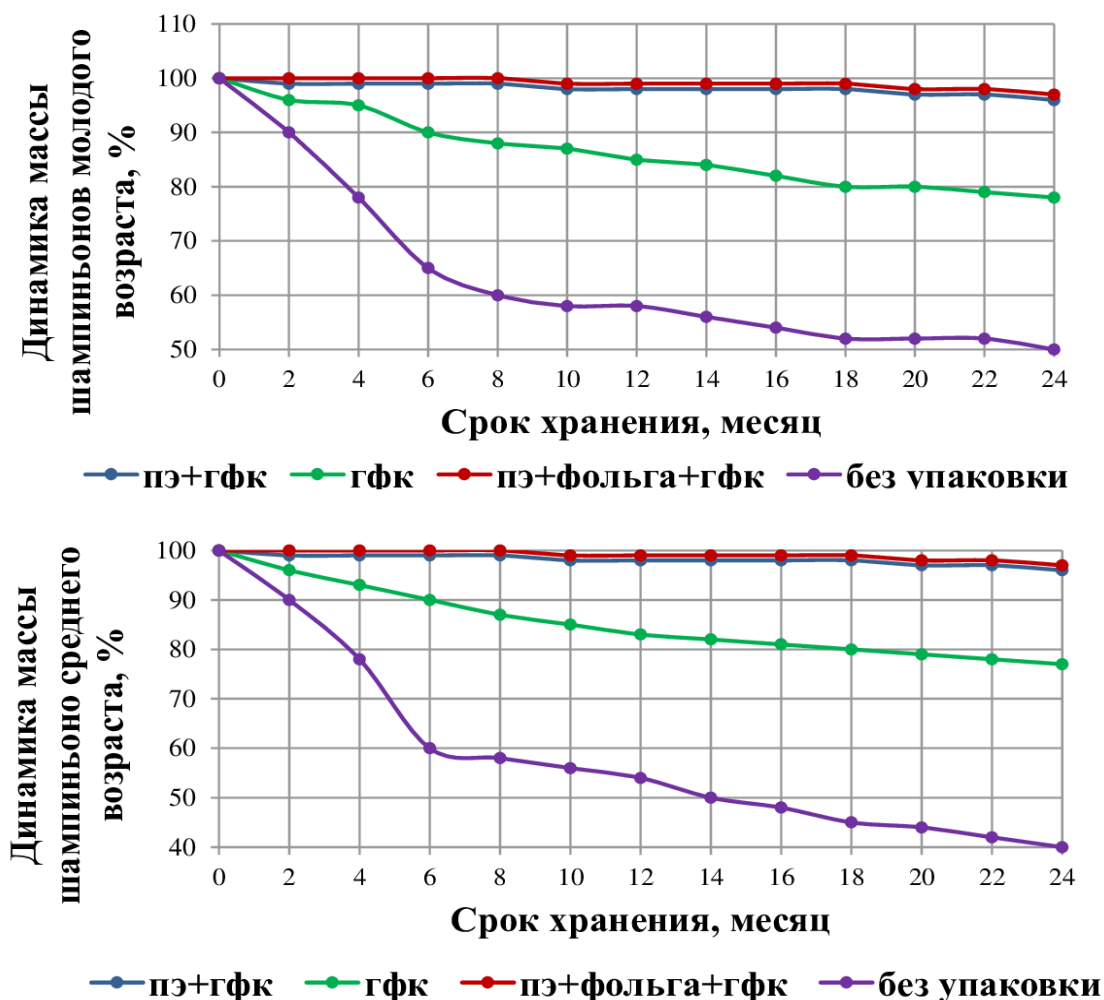


Рисунок 5.11 – Потери массы замороженных бланшированных шампиньонов молодого и среднего возрастов

Использование комбинированной герметичной упаковки (картонные гофрокоробки + ПЭ + фольга) позволяет сохранить массу замороженных грибов без изменений в течение 24 месяцев, что значительно дольше, чем при использовании упаковки из гофрокоробки с ПЭ. В последнем случае изменения массы (1,7–2,2 %) начинают наблюдаться с 18-го месяца хранения, а с 20-го месяца появляется слабое снегообразование.

Упаковка грибов в гофрокартон обеспечивает лишь частичную защиту от потери влаги: после шести месяцев хранения масса нетто уменьшается на 10 %, а после восемнадцати месяцев - еще на 20 %. Хранение неупакованных грибов даже в течение короткого периода приводит к значительной потере массы, что вызывает ухудшение внешнего вида и консистенции продукции.

Анализ динамики массы показал, что замороженные бланшированные шампиньоны среднего возраста, упакованные в картонные гофрокоробки с полиэтиленовыми пакетами, ведут себя при хранении так же, как и молодые бланшированные шампиньоны: масса остается стабильной в течение длительного времени (до 18 месяцев). Аналогичная закономерность наблюдается и при хранении грибов обоих возрастов в гофрокартоне без полиэтиленовой упаковки.

В отличие от молодых бланшированных шампиньонов, у грибов среднего возраста, хранящихся без упаковки, потеря массы становится заметно выше уже с четвертого месяца хранения.

Образцы опытных небланшированных грибов шампиньона обоих возрастов и хранящихся в одинаковой упаковке показывают большие потери массы при хранении в замороженном состоянии, чем те же грибы, которые перед замораживанием подверглись бланшированию (Рисунок 5.12).

Проведенные исследования потери массы шампиньонов обоих возрастов свидетельствуют в пользу процесса предварительного бланширования и подтверждают минимизацию потери массы гриба при длительном хранении. У молодых шампиньонов, не подвергавшихся бланшированию и упакованных в гофрированный картон (с полиэтиленовой прокладкой или без нее), ощутимые изменения массы проявляются спустя 8 месяцев хранения. В дальнейшем, вплоть до окончания 24-месячного периода, масса грибов остается практически стабильной.

В конце 24-месячного хранения разница в потерях массы между бланшированными и небланшированными молодыми шампиньонами достигает 3% в лучшую сторону для бланшированных грибов, при этом потери массы составляют 49% и 53% соответственно.

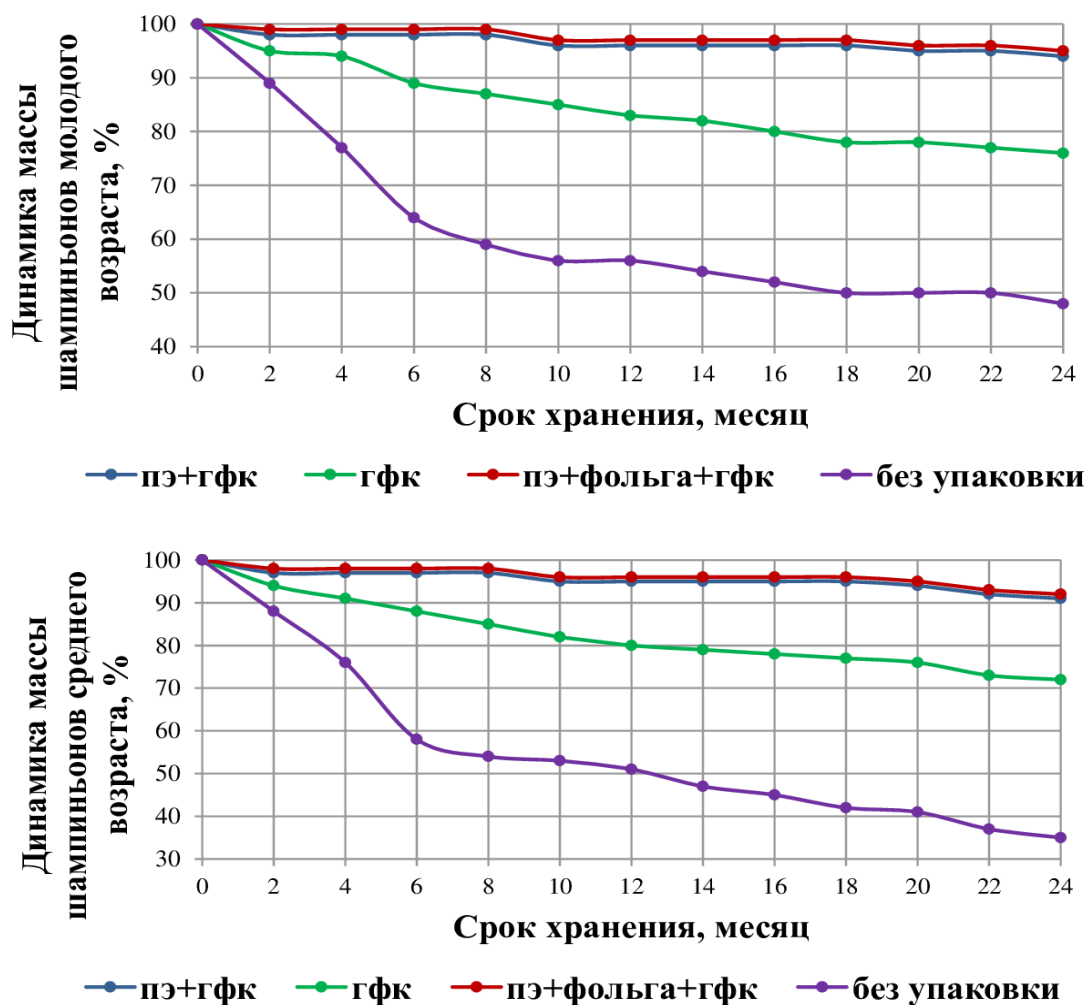


Рисунок 5.12 – Динамика массы замороженных небланшированных шампиньонов молодого и среднего возрастов

Такая же динамика прослеживается между шампиньонами среднего возраста, подвергшихся бланшированию и без предварительного бланширования.

Динамика массы шампиньонов молодого возраста на протяжении всего этапа хранения показала наименьшие потери в сравнении с грибами среднего возраста. Продукция без упаковки подверглась наибольшим потерям массы в обоих случаях (молодого и среднего возраста). Через 6 месяцев хранения эти различия стали особенно заметны. Наименьшие потери были зафиксированы в грибах, упакованных в ПЭ+ГФК и ПЭ+фольга+ГФК.

Как видно из данных рисунка 5.13, изменение массы образцов замороженных бланшированных грибов кольцевика молодого и среднего возрастов отличаются друг от друга.

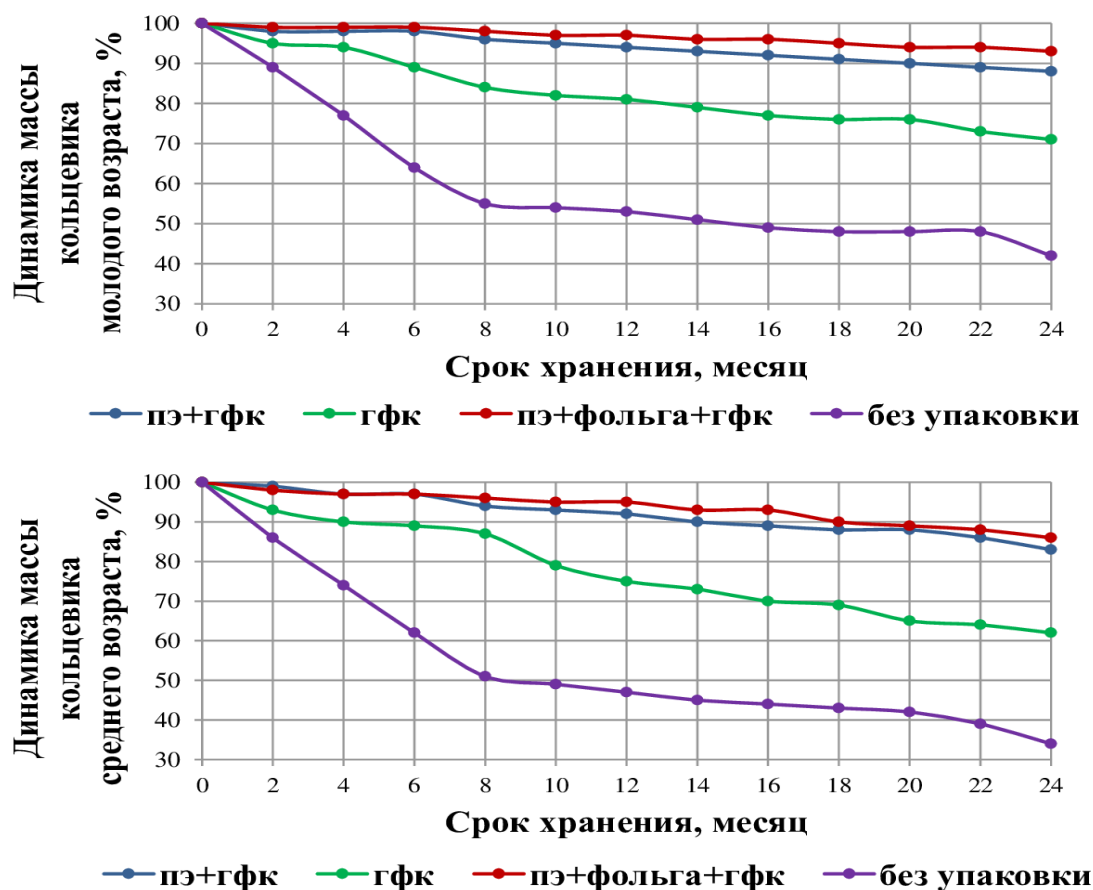


Рисунок 5.13 – Изменение массы замороженного бланшированного кольцевика молодого и среднего возрастов

В случае с кольцевиком также прослеживается, что возраст гриба оказывает непосредственное влияние на потери массы замороженной продукции: с увеличением возраста потери массы возрастают при всех вариантах упаковок и без нее. Молодые грибы, хранившиеся без упаковки, через 8 месяцев хранения имели потери массы на 5 % меньше, чем среднего возраста, а на 18 месяцев хранения разница составила 7–8 %.

Полученные данные (Рисунок 5.14) показали значительные потери исходной массы опять небланшированных, хранившихся без упаковки (63 %).

В случае хранения замороженных небланшированных опять среднего возраста потери массы были больше у небланшированных грибов по сравнению с бланшированными. Также наблюдалась тенденция к увеличению потерь массы грибов с возрастом.

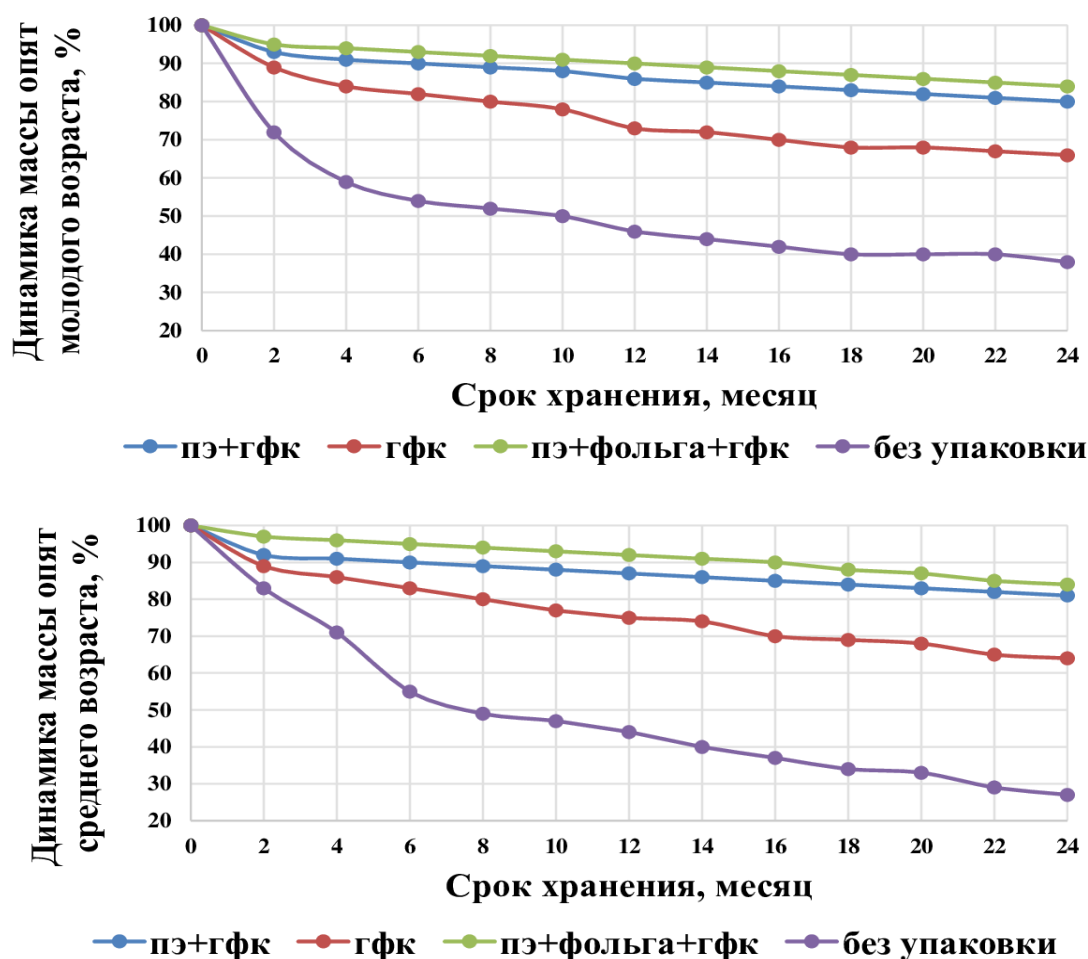


Рисунок 5.14 – Изменение массы замороженных небланшированных опят молодого и среднего возрастов

Хранение грибов в гофрокартоне приводит к потере массы в 25 % в течение 12 месяцев, однако использование вакуумной упаковки в пакеты из ПЭ+фольга существенно снижает этот показатель до 9 %.

Неупакованная замороженная продукция быстро теряет массу, даже 4 месяца хранения являются критичными при больших объемах производства и могут представлять огромную проблему для предприятий-производителей.

Анализ изменения массы замороженных культивируемых небланшированных грибов шиитакэ выявил существенную потерю массы в первые два месяца хранения, если грибы упакованы в гофрированные картонные коробки без полиэтиленовой вставки. Эти потери колеблются в пределах от 2,8 до 5,6 % (Рисунок 5.15).

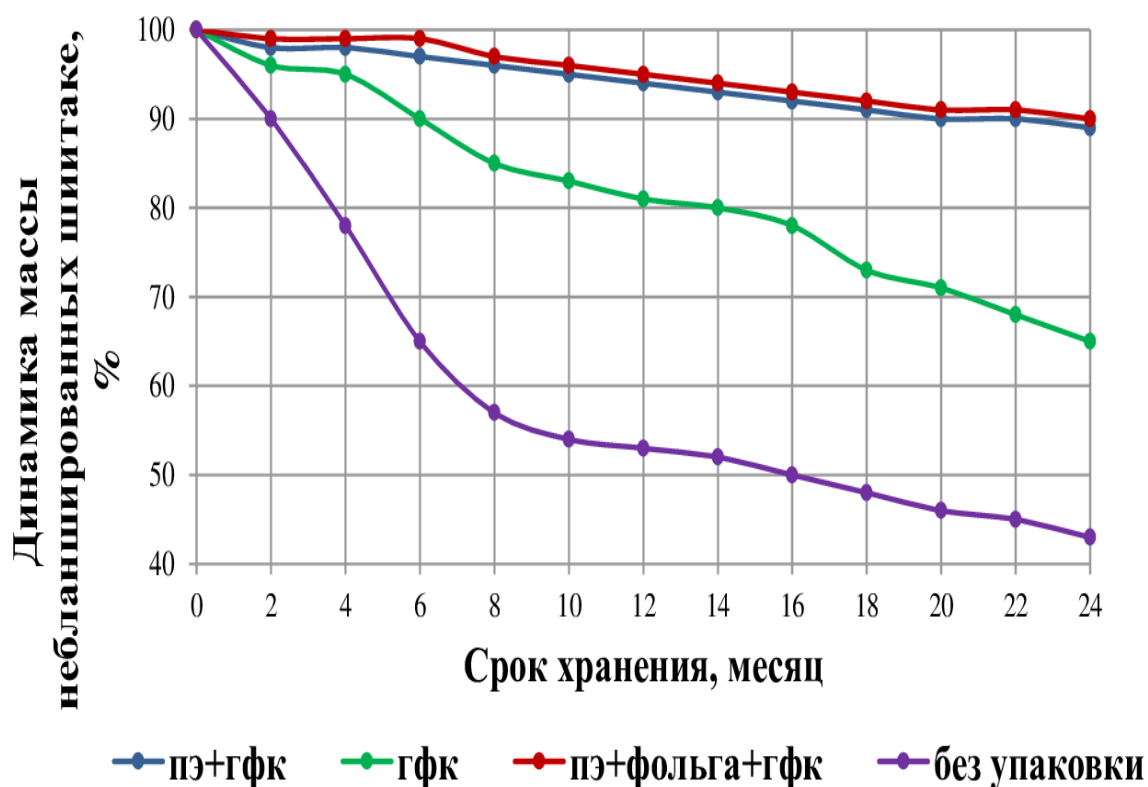


Рисунок 5.15 – Изменение массы замороженных небланшированных целых шиитаке

У шиитаке, которые были упакованы в пленку из полиэтилена+фольга и в картонные коробки+ПЭ потери массы установлены только с 6 месяца хранения с последующим плавным снижением массы до 10 % к 24 месяцу.

В гофрокартоне потери массы обнаружены с 4 месяца хранения и составляют 10 % к 6 месяцу, затем заметно снижаются и уже к концу хранения составляют 35 %, а потери массы на 35 % у шиитаке без упаковки уже достигаются на 6 месяце хранения.

Исследование замораживания небланшированных резаных мейтаке (Рисунок 5.16) показало особенно значительные потери исходной массы грибов резаных – до 80 %, которые были заложены на длительное хранение без упаковки. Замороженные небланшированные резаные мейтаке приобрели нетоварный вид и были непригодны для дальнейшего хранения на 6 месяц хранения, когда выход некондиционного товара составил почти 45 %.

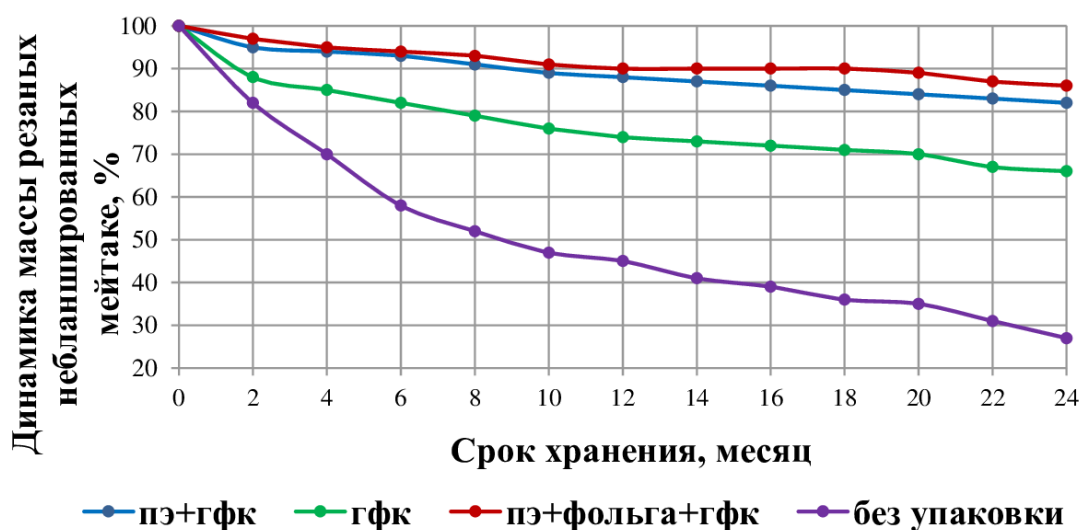


Рисунок 5.16. – Изменение массы замороженных небланшированных резаных мейтаке

Результаты исследований Л.В. Белокрыловой свидетельствуют, что «предприятиям, занимающимся производством замороженных грибов, необходимо внимательно следить за режимом хранения продукции и не допускать хранения без соответствующей упаковки с целью сохранения качества продукции и снижения потерь массы приводящих к увеличению затрат и снижению рентабельности производства» [16, с. 90].

Следует учитывать, что стабильная температура хранения является важным фактором для минимизации потерь массы замороженных грибов. Колебания температуры приводят к значительному увеличению этих потерь, даже при использовании различных видов упаковки.

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 °С до минус 2 °С, наиболее точно соответствует фактическим условиям поддержания отрицательных температур в торговом холодильном оборудовании.

Определенное время хранения является ключевым фактором для гарантии безопасности продуктов питания и снижения экономических убытков. Эти данные получены в ходе всесторонних научных практических работ. Были смоделированы изменения температурного режима при прекращении подачи электроэнергии, учитывая особенности различных типов коммерческих холодильных установок. Изучены как штатные, так и нештатные ситуации функционирования оборудования.

Влияние основных факторов на структуру и влагоудерживающую способность культивируемых грибов изучено на примере грибов бланшированных и небланшированных с учетом их возраста.

Изменение нарушений структуры тканей грибов после размораживания показывают, что хранение замороженных грибов негативно влияет на их структуру (Рисунок 5.17).

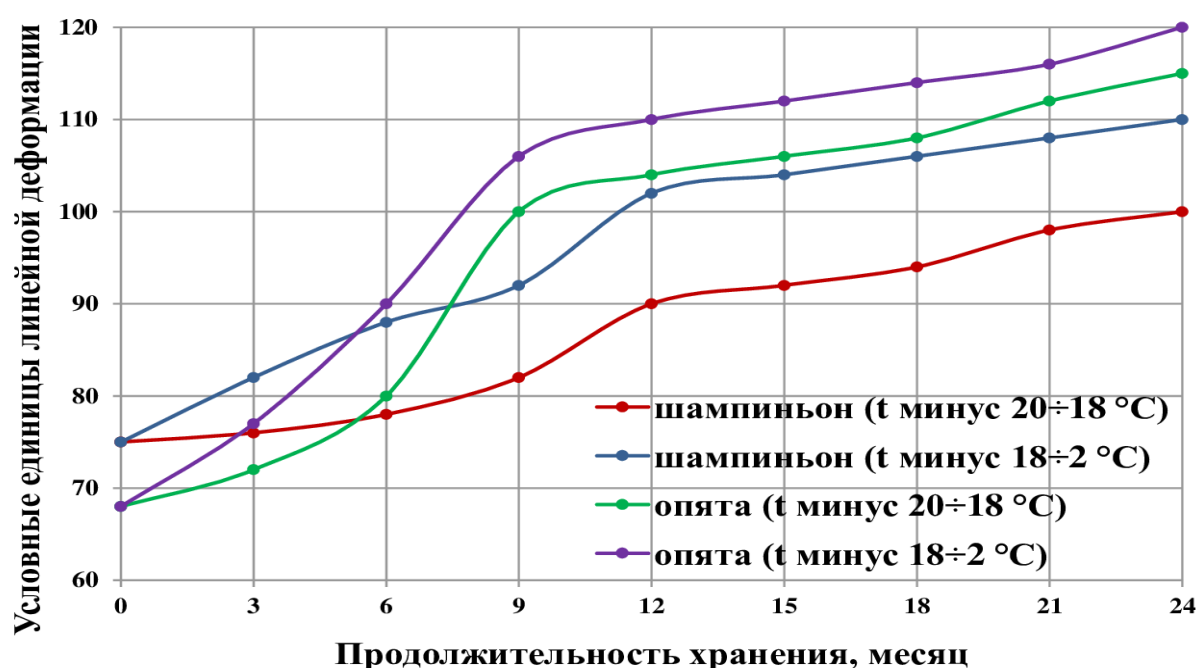


Рисунок 5.17 – Изменение структуры замороженных грибов шампиньона и опята при хранении в комбинированной упаковке

Экспериментальные исследования проводились на небланшированных грибах: шампиньонах и опятах, которые были упакованы в комбинированную упаковку (ПЭ+фольга+гофрокартон). Структурные свойства лучше сохраняются у шампиньона по сравнению с опятами. По нашему мнению, на данный факт оказывает также влияние разность удельного веса: у шампиньона удельный вес выше, чем у опят.

Содержание влаги в замороженных культивируемых грибах достаточно высоко (88÷90 %), поэтому внимание обращали при их хранении на размер, форму и распределение образующихся при замораживании кристаллов льда. В процессе хранения замороженных культивируемых грибов не допускали перепадов температуры и их усушки.

Замораживание и последующее хранение изменяют гидрофильные свойства грибов [375]. Это снижение связано с повреждением структуры протоплазмы клеток и денатурацией белков, причем эти изменения не полностью обратимы после размораживания, что ухудшает влагоудерживающую способность продукта.

Исследовано, как меняется содержание влаги в грибах при длительном хранении (до 24 месяцев) и проанализирована зависимость сроков хранения грибов от используемых упаковочных материалов – полиэтилен, гофрокартон и без упаковки. На рисунке 5.18 представлена динамика влагоудерживающей способности замороженных шампиньонов при разных режимах хранения и упаковках.

Определение влияния продолжительности хранения на влагоудерживающую способность замороженных шампиньонов при хранении показало, что оптимальной влагоудерживающей способностью обладают грибы, хранящиеся при температуре от -20 до -18 °С в упаковке ГФК+ПЭ+фольга. Самой низкой водоудерживающей способностью обладают грибы в упаковке ГФК при температуре минус 18±2 °С, так как уже на 6 месяце хранения имели самый высокий процент влагоотдачи. Результаты нашего исследования согласуются с данными об изменении массы замороженных грибов при хранении.

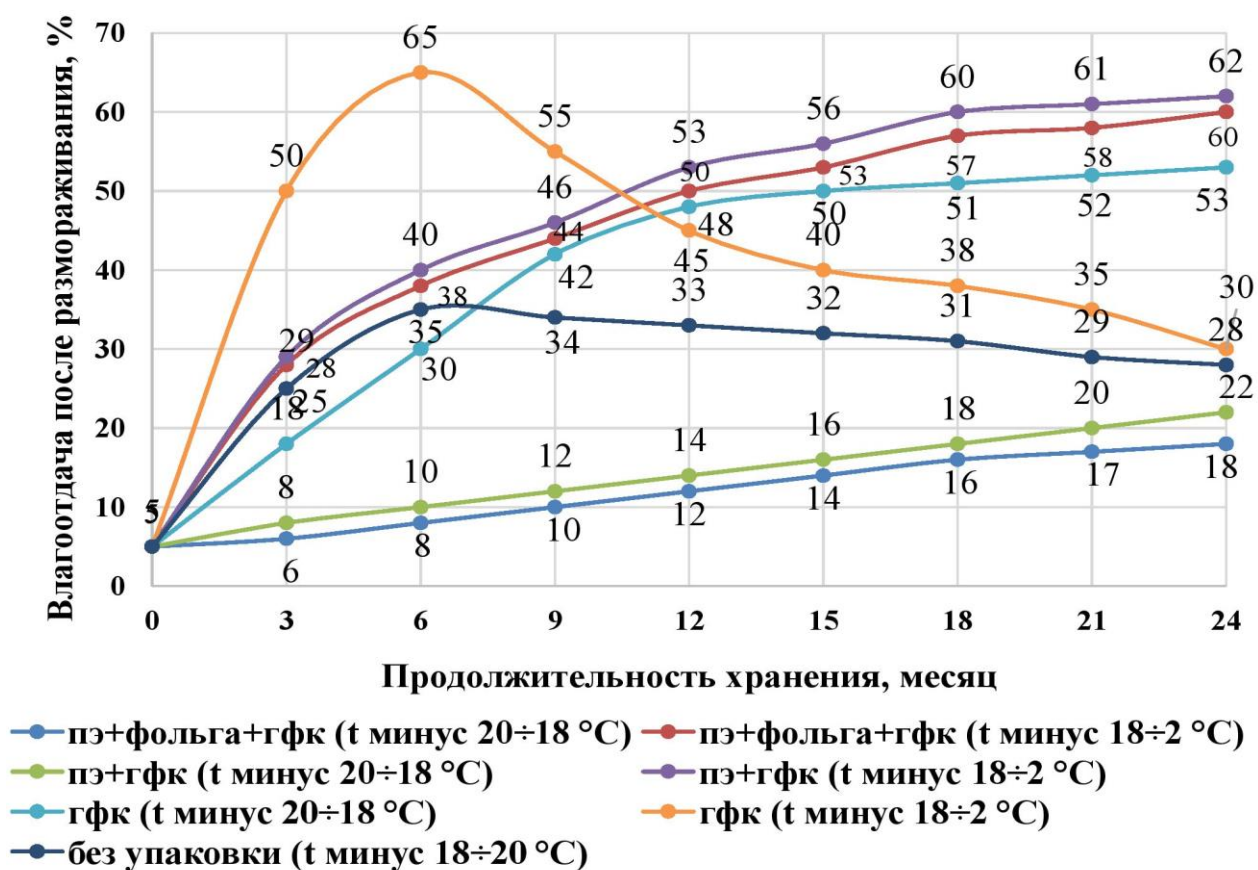


Рисунок 5.18 – График функциональной зависимости продолжительности хранения на влагоудерживающую способность замороженных шампиньонов

Для улучшения удержания влаги, не подвергнутые бланшировке грибы лучше размораживать в горячей воде, а предварительно бланшированные – в прохладной среде. Уменьшение влагоудерживающей способности и потеря влаги сказываются на текстуре грибов после размораживания. При температуре хранения -18 °C и ее изменениях данный процесс ускоряется.

На рисунке 5.19 показаны результаты оценки комплексного органолептического показателя качества замороженных грибов шиитакэ в соответствии с разработанной описательной балльной шкалой.

Замороженные грибы в комбинированной упаковке (ПЭ+фольга+ГФК) при температуре минус $(20\div 18)\text{ °C}$ сохраняют стандартное качество в течение 24 месяцев, получив оценку 4,8 балла. В то же время хранение в тех же условиях в коробках из гофрированного картона приводит к заметному снижению качества уже через 12 месяцев (образование снега, кристаллизация внутри тканей, потеря

цвета), и оценка снижается до 3,2 балла, что служит критерием завершения срока хранения.

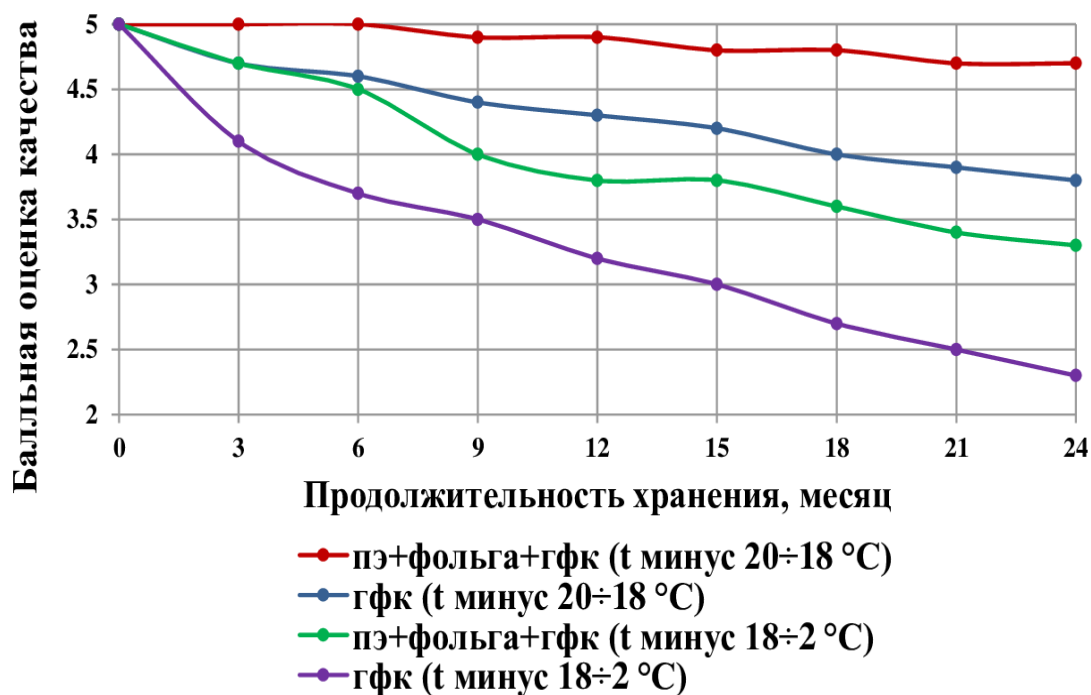


Рисунок 5.19 – Изменение комплексного органолептического показателя шиитаке при хранении

Резкие колебания температуры (от минус 18 до минус 2 °С), а также повторное размораживание и замораживание, приводят к быстрому ухудшению качества грибов, особенно при хранении в гофрокоробках. 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 выше балльные оценки комплексного показателя (3,6 и 4,5 баллов). На конец хранения продукция в комбинированной упаковке имела выше показатель качества, чем неупакованная (3,3 и 2,3 баллов).

Сохранность компонентов замороженных грибов изучалась в зависимости от типа упаковки, изготовленной из комбинированных материалов, а также от условий хранения. Температура хранения варьировалась от -18 до -20 °С, а относительная влажность составляла 85 %. (Таблица 5.9).

Таблица 5.9 – Химический состав замороженных грибов после хранения (на конец 24-го месяца хранения) и его изменения по сравнению со свежими грибами

Вид грибов	Вода		Белки		Углеводы			
	%	средний % от свежих	%	средний % от свежих	Усвояемые		Неусвояемые	
					%	средний % от свежих	%	средний % от свежих
Шампиньон								
Бланшированные	90,5÷88,2	100,7	4,01÷4,58	94	0,6÷0,5	44,2	1,85÷2,23	104,7
Небланшированные	86,4÷85,8	97,9	2,98÷5,06	77	1,6÷1,12	57,3	2,20÷2,38	125,6
Шиитакэ								
Бланшированные	89,4÷87,1	100,3	5,06÷5,02	97	0,75÷0,65	28,4	1,86÷2,25	105,2
Небланшированные	81,2÷81,0	95,2	4,99÷5,33	82	1,84÷1,22	82,5	1,92÷2,32	125,6
Мейтаке								
Бланшированные	76,7÷75,3	100,2	5,04÷5,66	96	0,78÷0,57	33,5	1,92÷2,28	44,6
Небланшированные	75,1÷74,2	96,8	4,17÷5,80	80	1,52÷1,44	88,3	2,13÷2,22	64,2
Кольцевик								
Бланшированные	91,1÷90,1	100,5	3,11÷2,85	92	0,49÷0,38	35,2	2,17÷2,41	47,3
Небланшированные	88,2÷87,2	98,3	2,36÷4,22	79	1,42÷1,29	89,1	2,31÷2,54	64,5
Опенок зимний								
Бланшированные	91,3÷89,5	103,6	4,03÷3,98	88	0,48÷0,44	35,9	1,98÷2,29	45,8
Небланшированные	88,2÷87,4	98,4	3,04÷4,11	63	1,35÷1,27	88,7	2,19÷2,28	67,9
Опенок летний								
Бланшированные	91,4÷89,7	103,9	4,39÷4,04	89	0,49÷0,06	36,1	2,09÷2,26	45,9
Небланшированные	88,9÷87,5	98,8	3,71÷5,11	66	1,25÷1,39	88,9	2,11÷2,29	68,1

В течение первого года хранения показатели химического состава культивируемых грибов оставались практически стабильными, с разницей изменений, не выходящей за пределы 3,5–4,9 %. Тем не менее, к концу второго года хранения было отмечено уменьшение усвояемых углеводов в среднем у небланшированных грибов на 11–18 %. Исключение составляют шампиньоны, у которых самые значительные потери составили 42,7 %.

Содержание белка в бланшированных грибах снизилось незначительно, в то время как в небланшированных грибах наблюдалось снижение в пределах 18–37 %. Такое явление обусловлено трансформацией протеиновой структуры при низкотемпературном воздействии и последующей консервации. После дефростации первоначальное состояние белка не возвращается в полном объеме, что сказывается на гидратационных свойствах грибов.

Изменения концентрации свободных аминокислот в свою очередь указывают на устойчивость белковых веществ в бланшированных грибах после замораживания (Таблица 5.10).

Таблица 5.10 – Изменения концентрации свободных аминокислот в бланшированных замороженных культивируемых грибах

Аминокислоты	Содержание, мг/100г											
	Шампиньон		Опенок				Кольцевик		Шиитакэ		Мейтакэ	
			летний		зимний							
	на начало хранения	на конец 2 года хранения при -20°C	на начало хранения	на конец 2 года хранения при -20°C	на начало хранения	на конец 2 года хранения при -20°C	на начало хранения	на конец 2 года хранения при -20°C	на начало хранения	на конец 2 года хранения при -20°C	на начало хранения	на конец 2 года хранения при -20°C
Незаменимые												
Валин	90,36	117,47	209,84	272,79	195,78	254,51	86,34	112,25	90,36	117,47	209,84	272,79
Изолейцин	89,36	116,16	140,56	182,73	131,52	170,98	85,34	110,94	89,36	116,16	140,56	182,73
Лейцин	–	–	–	–	–	–	1	1,31	–	–	–	–
Лизин	167,67	217,97	209,84	272,79	196,78	255,82	159,64	207,53	167,67	217,97	212,83	262,90
Треонин	150,6	195,78	37,15	48,29	35,14	45,68	138,55	180,12	150,6	195,78	37,15	48,29
Триптофан	-	-	35,14	45,68	32,13	41,77	–	–	–	–	35,14	45,68
Метионин	41,16	53,51	48,19	62,65	45,18	58,73	39,16	50,9	41,16	53,51	48,19	62,65
Фенилаланин	152,76	198,59	137,69	178,99	128,64	167,23	139,7	181,6	152,76	198,59	137,69	178,99
Заменимые												
Аланин	170,85	222,11	208,04	270,45	193,97	252,15	155,78	202,51	170,85	222,11	208,04	270,45
Аспарагин	252,26	327,93	151,76	197,28	140,7	182,91	233,16	303,11	252,26	327,93	151,76	197,28
Глутаминовая кислота	477,38	620,59	269,34	350,14	251,25	326,63	434,16	564,41	477,38	620,59	269,34	350,14
Глицин	31,73	190,75	161,81	210,35	150,75	195,98	133,67	173,76	31,73	190,75	161,81	210,35
Пролин	180,9	235,17	186,93	243,01	174,87	227,33	165,83	215,57	180,9	235,17	186,93	243,01
Серин	132,66	172,46	226,13	293,96	211,05	274,37	121,61	158,09	132,66	172,46	226,13	293,96

Сравнительный анализ содержания аминокислотного состава замороженных грибов показал, что по истечении 24 месяцев хранения количество всех аминокислот возросло у всех видов грибов. Так, наибольший прирост валина наблюдался у шиитакэ – 63 мг (30 %), шиитакэ рекорсмен по росту глицина – до 160 мг, это в 5 раз больше первоначального количества. Повышение уровня аминокислот у грибов представляет собой приспособительный механизм в ответ на переохлаждение, который включает в себя: расщепление белков, образование специализированных защитных молекул, нарушение внутреннего равновесия

клетки по причине кристаллизации льда. В работе Л.В. Белокрыловой также отмечено, что после замораживания в грибах наблюдается повышенное содержание аминокислот, что обусловлено тем, что белки в замороженном состоянии сохраняют относительную устойчивость [16].

Быстрое замораживание и последующее хранение при пониженных температурах влияют на способность грибов удерживать влагу, что отражается на степени усвоения аминокислот. При снижении температуры внеклеточные аминокислоты могут вовлекаться в процессы питания, служа источником азотистых соединений, что потенциально приводит к недостатку свободных аминокислот. Поддержание достаточной концентрации аминокислот внутри клеток обеспечивает наличие строительного материала для синтеза белков и ферментов, необходимых для функционирования клеточных систем.

Содержание и соотношение жирных кислот в бланшированных замороженных грибах остаются практически неизменными в процессе хранения, а небланшированных претерпевают различные колебания (Таблица 5.11).

Таблица 5.11 – Жирнокислотный состав липидов замороженных небланшированных грибов в процессе хранения

Показатель		Жирные кислоты						
		C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	
Шампиньон	на начало хранения	0,08	14,05	5,75	4,15	6,82	69,15	
	на конец 2 года хранения при -20 °С	0,08	9,93	8,63	6,23	10,23	103,73	
Опенок	летний	на начало хранения	0,005	16,715	8,46	7,16	9,54	58,12
		на конец 2 года хранения при -20 °С	0,005	11,81	12,69	10,74	14,31	87,18
	зимний	на начало хранения	0,007	21,23	9,153	5,98	9,13	54,50
		на конец 2 года хранения при -20 °С	0,007	15,0	13,73	8,97	13,7	81,75
Кольцевик	на начало хранения	0,01	13,91	7,57	8,13	7,95	62,43	
	на конец 2 года хранения при -20 °С	0,01	9,83	11,36	12,2	11,93	93,65	
Шиитаке	на начало хранения	0,07	15,81	3,67	6,01	6,65	67,79	
	на конец 2 года хранения при -20 °С	0,07	11,17	5,51	9,02	9,98	101,69	
Мейтаке	на начало хранения	0,23	16,15	3,04	2,99	5,18	72,41	
	на конец 2 года хранения при -20 °С	0,23	11,41	4,56	4,49	7,77	108,62	

Влияние низкотемпературных режимов, включая замораживание, приводит к трансформации липидного состава грибов, что является их реакцией на стресс. Этот процесс связан с изменением степени ненасыщенности жирных кислот, образующих мембранные липиды. Подобная модификация служит для поддержания необходимой консистенции липидного бислоя.

Как утверждает В.И. Бакайтис «увеличение доли полиненасыщенных жирных кислот в небланшированных замороженных грибах в среднем на 10% является вероятным признаком гидролиза жиров» [13, с. 267].

Основываясь на полученных результатах, можно заключить, что сохранность замороженных грибов существенно обусловлена условиями и сроками их хранения, особенно температурным режимом и видом упаковочного материала. Установлено, что для сохранения потребительских свойств замороженных грибов оптимальным является использование упаковки в комбинации ПЭ+фольга+ГФК и температура хранения в диапазоне от -18 до -20 °С. При соблюдении этих условий грибы могут сохранять свои свойства в течение 24 месяцев. При этом необходимо учитывать коэффициент резерва, равный 1,15, который обусловлен требованиями, описанными в МУК 4.2.1847-04. Этот коэффициент резерва позволяет компенсировать возможные колебания в условиях хранения и гарантирует, что даже при определенных отклонениях от оптимальных условий продукция останется качественной в течение указанного срока.

5.4 Влияние антифризных свойств на качество замораживания и длительность хранения культивируемой вешенки

Антифризные белки (АФП), или антифризные гликопротеины (АФГП), являются важными элементами низкотемпературной адаптации [209].

До настоящего времени АФП грибов были изучены слабо, хотя в научной литературе безоговорочно принимается наличие антифризных свойств лишь у вешенки (*Pleurotus ostreatus*). Поэтому нами не исследовались антифризные

свойства грибов других видов. Так как вешенка избегает замерзания, накапливая антифризные агенты во внутриклеточной жидкости, антифризная активность наблюдается в разных частях вешенки, снижаясь от шляпки к ножке [25].

Характеристики белков, предотвращающих образование льда, а именно их способность замедлять формирование центров кристаллизации льда, сдерживать увеличение кристаллов льда, подавлять перекристаллизацию и оберегать мембраны клеток от разрушения [161], оказывают комплексное воздействие при хранении грибов вешенки (Рисунок 5.20).

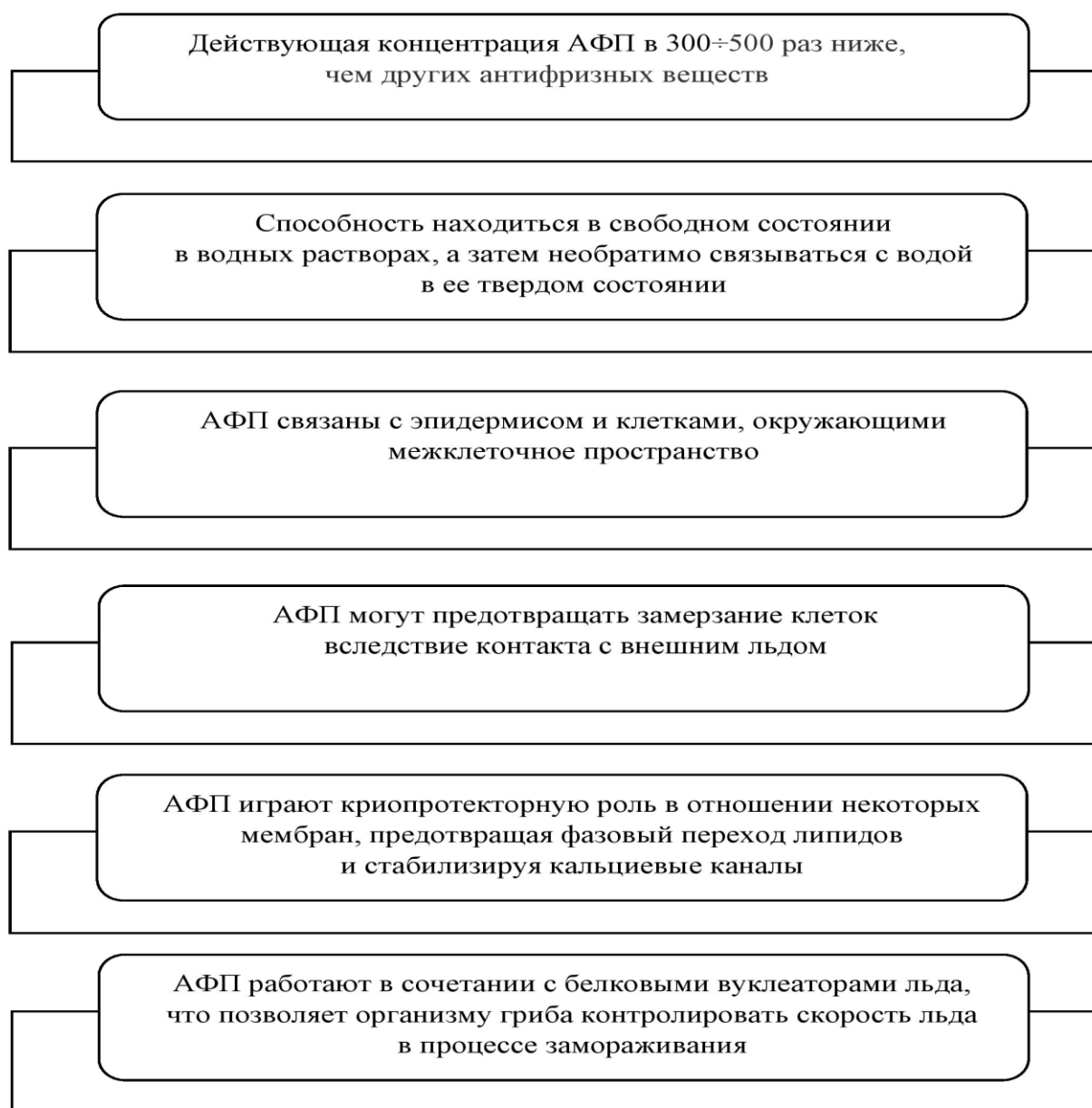


Рисунок 5.20 – Основные свойства АФФ

Рисунок 5.20 наглядно показывает, что при замерзании и оттаивании в присутствии АФП клетки гриба демонстрируют повышение уровня выживаемости и восстановления нормального функционирования организма *Pleurotus ostreatus* [161]. Интерес к изучению был со стороны ряда исследователей к гидратации АФГП и продемонстрирована ее роль в механизме действия АФП/АФГП [180]. Доказано, что АФП играют криопротекторную роль в отношении некоторых мембран, предотвращая фазовый переход липидов и стабилизируя кальциевые каналы [234].

Однако, с течением времени при длительном хранении замороженного продукта антифризный механизм разрушает льдистую кристаллическую решетку вешенки, тем самым лишая продукт товарного вида и резко снижая его качественные характеристики. Кроме того, ввиду завышенного порога холодостойкости, на вешенку следует воздействовать более высокими криоскопическими температурами – до минус 30÷40 °С.

Эти сведения были использованы в данной диссертационной работе при выделении гриба вешенки в отдельное направление исследования как объекта более устойчивого к низким температурам с учетом ее завышенного порога холодостойкости.

Рисунок 5.21 показывает изменения массы вешенки в процессе хранения на протяжении двух лет, что свидетельствует об активном ее снижении.

Небольшие изменения массы продукта (в пределах 1,7–2,2 %) наблюдаются, начиная с третьего месяца хранения. Эти изменения, хотя и незаметны на первый взгляд, служат предвестниками более глубоких трансформаций, происходящих в клеточной структуре гриба. Воздействие физических и биохимических факторов в течение длительного периода приводит к постепенному нарушению целостности клеточных мембран, что, в свою очередь, инициирует процесс выхода внутриклеточной жидкости.

С шестого месяца и далее в упаковке отмечается значительное снегообразование, обусловленное увеличением выделения жидкости из клеток гриба. Антифризные свойства вешенки вызывают лавинообразную потерю массы

при хранении. Процесс бланширования немного нормализует рост потерь массы гриба при хранении.

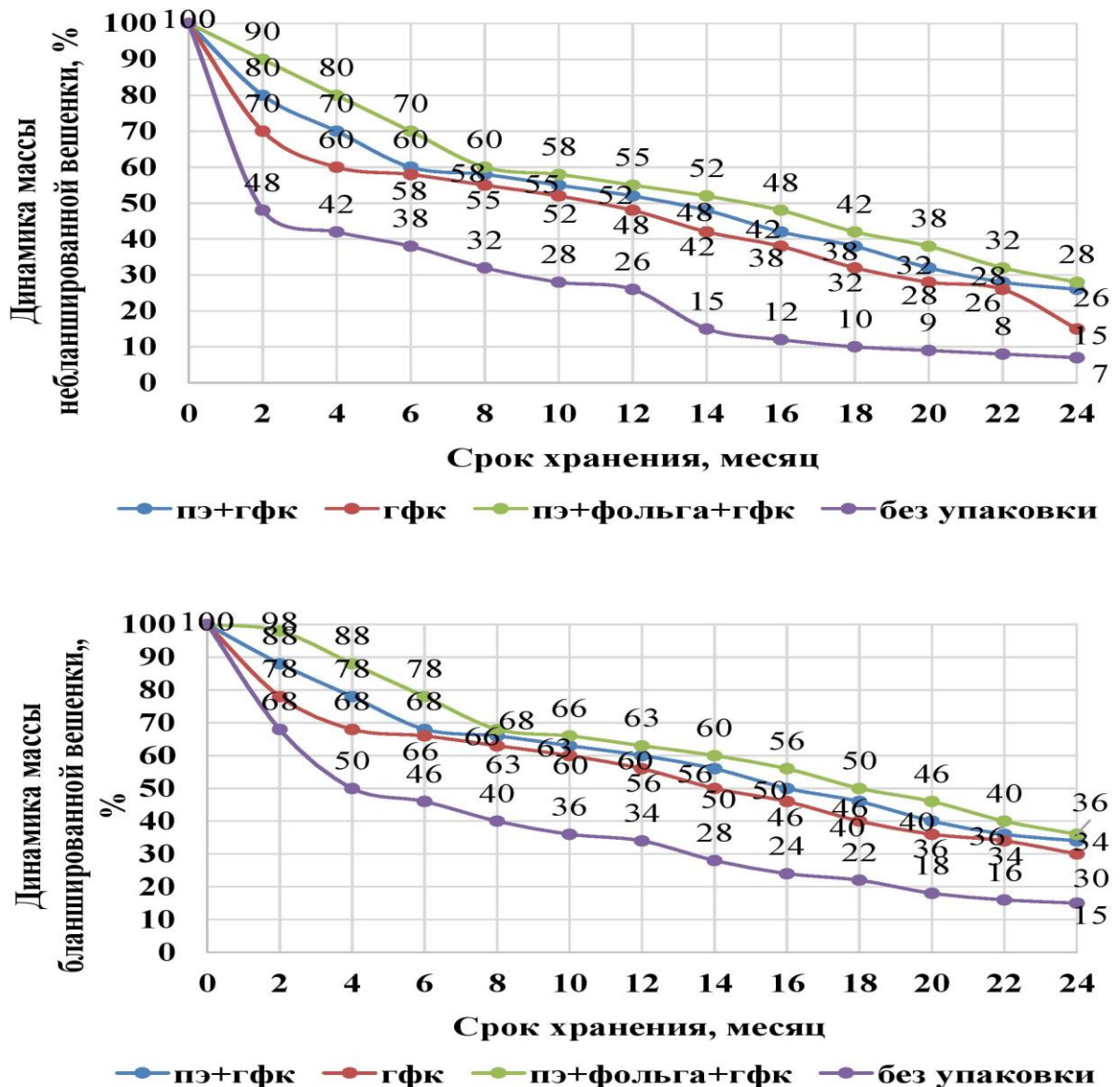


Рисунок 5.21 – Динамика массы замороженной бланшированной и небланшированной вешенки

Небольшие изменения массы продукта (в пределах 1,7–2,2 %) наблюдаются, начиная с третьего месяца хранения. С шестого месяца и далее в упаковке отмечается значительное снегообразование, обусловленное увеличением выделения жидкости из клеток гриба. Антифризные свойства вешенки вызывают лавинообразную потерю массы при хранении. Процесс бланширования немного нормализует рост потерь массы гриба при хранении.

Как видно из рисунка 5.21, параметры упаковки если и имеют значение, то только на начальных периодах хранения замороженного сырья. Впоследствии значение вида упаковки для сохраняемости замороженной вешенки полностью нивелируется.

Анализ деформационных характеристик тканей грибов после размораживания выявил значительное ухудшение структуры замороженной вешенки в процессе хранения (Рисунок 5.22).

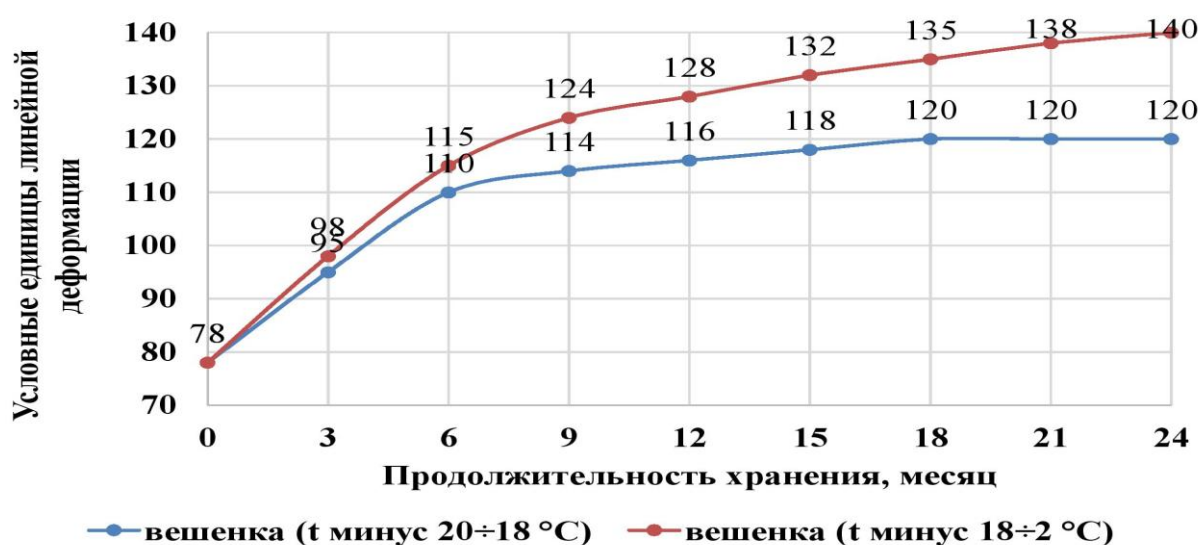


Рисунок 5.22 – Линейная деформация структуры замороженных грибов вешенки при хранении в комбинированной упаковке

В данном случае на потребительские свойства вешенки негативное влияние оказывает увеличение начальной температуры замораживания или ее перепады. Изменения органолептических показателей замороженной вешенки при длительном хранении связаны с изменением консистенции, вследствие повышения исходной температуры замораживания.

На примере замороженной вешенки, хранившейся длительное время (24 месяца) в различных упаковочных материалах, можно проследить изменения комплексного органолептического показателя.

Для определения внешнего вида замороженных грибов были выбраны значения комплексного показателя органолептических свойств грибов и градация по степени качества (Рисунок 5.23).

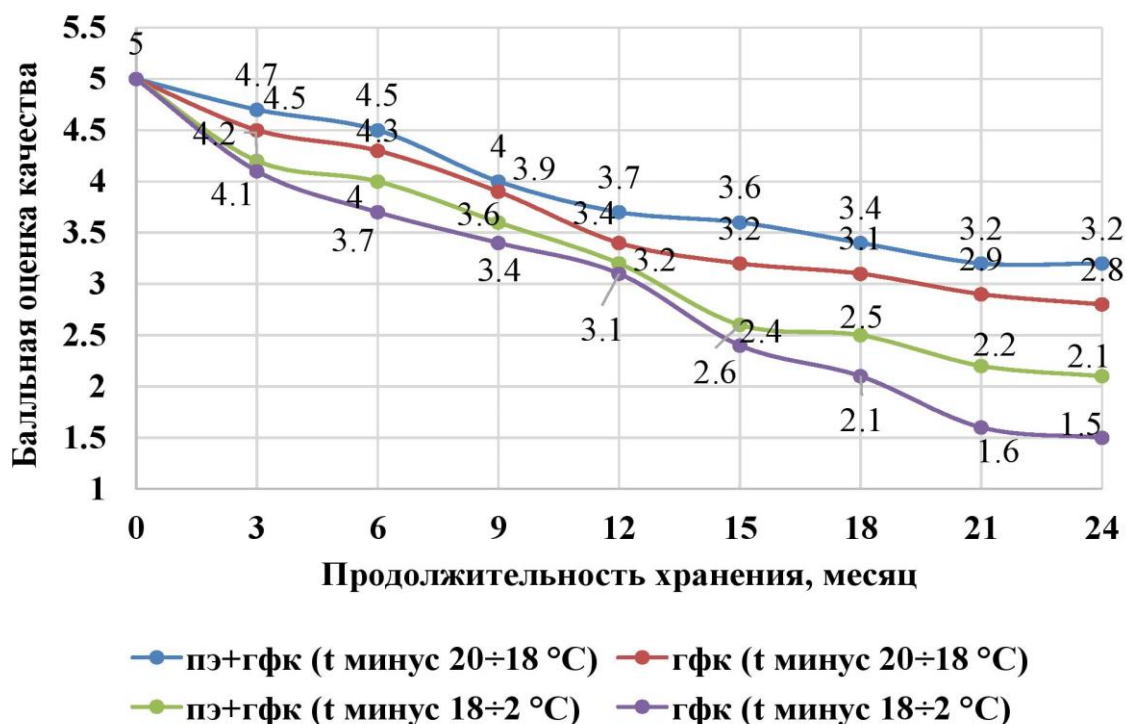


Рисунок 5.23 – Изменения комплексного органолептического показателя замороженной вешенки при хранении

Значительное понижение температуры при замораживании приводит к быстрому ухудшению качества продукта уже в начальный период хранения. Происходит разрушение клеточной структуры грибов, потемнение и появление признаков порчи продукции. Оценка комплексного органолептического показателя имеет уже после 12 месяцев хранения низкие баллы от 3,1 до 3,7 баллов. На конец хранения в течение 24 месяцев при нестабильной отрицательной температуре – продукция не подлежала реализации и имела минимальные баллы из всех исследуемых видов грибов – 1,5 и 2,1 баллов.

Для замороженной вешенки отмечается тенденция к общему снижению качества грибов, поскольку у замороженной культивируемой вешенки органолептические свойства значительно ниже, чем у других грибов при замораживании и хранении.

По результатам балльной оценки по органолептическим показателям качества в соответствии с разработанной описательной шкалой (Рисунок 5.10), хранение замороженной культивируемой вешенки не рекомендуется вследствие

ее низких органолептических показателей товарного качества и потребительских свойств.

Для полного понимания качественных и оценочных параметров протекающих процессов при замораживании и дальнейшем хранении замороженной грибной продукции необходимо построить математическую модель. Однако поскольку в дальнейшем будет рассматриваться процесс замораживания как часть технологического процесса сублимационной сушки, математическая модель более полного процесса будет рассмотрена в последующих разделах данного исследования (Приложение Л).

Выводы по главе 5

Грибы сгруппированы по возрасту плодовых тел на молодые, средние и старые. Возраст определен по комплексу показателей: диаметр и форма шляпки, состояние ножки, цвет и запах.

Определено, что предварительная обработка «бланширование» перед замораживанием играет ключевую роль. Правильно проведенное бланширование позволяет предупредить ряд физико-химических изменений в культивируемых грибах, минимизировать снижение пищевой ценности, как в процессе обработки, так и при дальнейшем хранении.

Предложено сокращение времени бланширования с 5 до 2–3 минут. Показано, что убыль массы грибов при краткосрочном бланшировании сокращается на 7 %, причем у молодых грибов выход стандартной продукции выше. Показано, что бланширование грибов в течение 2 минут снижает активность трансфераз: на 92 % у шиитаке и шампиньона, на 48 % у мейтаке, на 67 % у кольцевика, на 83 % и 81 % – у опенка летнего и зимнего соответственно.

Установлено, что сокращение времени бланширования позволяет предупредить нежелательные физико-химические изменения, минимизировать потери массы в культивируемых грибах. Установлено, что на 4-й минуте бланширования полностью прекращается деятельность амилазы,

гаммаглутаминтранспептидазы и лактатдегидрогеназы. На 5-й минуте активность ферментов в исследуемых образцах не наблюдается, через 4 минуты бланширования наблюдается практически полная инактивация каталазы. Это подтверждает целесообразность предложения о сокращении времени бланширования.

Уточнены и предложены температурные режимы глубокого замораживания и дальнейшего хранения для разных видов культивируемых грибов. Так, на скорость замораживания, помимо температуры, влияют структура и размеры плодовых тел. Этим объясняется большая продолжительность замораживания, зафиксированная у кольцевика и мейтаке, и меньшая – у опят.

Установлено, что содержание веществ в небланшированных культивируемых грибах после замораживания, кроме шампиньонов, наблюдается значительное увеличение концентрации белковых веществ. В бланшированных грибах таких изменений не выявлено.

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. Исследования также показали устойчивость рибофлавина и ниацина в процессе замораживания. Потери этих витаминов в процессе хранения составляют не более 0,52 % и 4,51 % соответственно.

Определено, что масса грибов, помещенных в герметичную упаковку из комбинированных материалов (ГФК, ПЭ и фольга), остается неизменной на протяжении всего срока годности, составляющего 2 года. В то же время, грибы, упакованные исключительно в гофрированный картон с полиэтиленовым слоем, демонстрируют стабильность массы в течение первых полутора лет. По истечении этого периода, начиная с восемнадцатого месяца, отмечаются небольшие изменения в массе (в пределах 1,7–2,2 %). С 20-го месяца внутри упаковки наблюдается небольшое образование конденсата.

Показано, что сохранность и безопасность грибов напрямую зависят от температурного режима и выбора упаковочного материала. Замораживание и

хранение грибов при температуре от минус 20 до минус 18 °С в неупакованном виде обеспечивает сохранение их потребительских свойств на протяжении 3 месяцев. Применение картонной тары увеличивает этот период до 9 месяцев, а использование полиэтиленовой упаковки в сочетании с картоном – до 18 месяцев. Наилучшие результаты (24 месяца) достигаются при использовании комбинированной упаковки, состоящей из полиэтилена, фольги и картона.

Определен экспериментальным путем критический диапазон хранения замороженного грибного сырья в условиях нестабильного энергоснабжения. Температура минус 18 °С минус 2 °С наиболее приближена к реальным режимам создания и поддержания отрицательной температуры в торговом оборудовании. Наихудшая сохранность грибов наблюдалась при упаковке в картон в первые 6 месяцев хранения и достигала 65 % влагоотдачи после размораживания. Более высокие температуры хранения и их колебания приводят к ускорению процесса.

Исследовано влияние антифризных белков при замораживании грибов вешенки обыкновенной на их потребительские свойства. Продолжительное хранение данного вида грибов не рекомендуется.

Разработана математическая модель протекающих процессов при замораживании и дальнейшем хранении замороженной грибной продукции, которая является этапом технологического процесса сублимационной сушки (*Приложение К*).

Разработаны и внедрены комплекты технической документации на промышленном предприятии Донецкого региона ООО «Агрофирма «Кутейниковский агропродукт»: ТУ «Грибы культивируемые и их смеси замороженные» и ТИ по производству (*Приложение Т*).

Получен патент на полезную модель UA № 118859 «Замороженная овощная смесь «Овощно-грибная».

Внедрен на ООО «Великоновоселковский консервный завод» для промышленного производства новый комбинированный грибной продукт замороженная овоще-грибная смесь «Грибные просторы», составленный на основе запатентованной разработки UA № 118859.

ГЛАВА 6 ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СУШКИ И УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА СУШЕНЫХ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ

6.1 Влияние теневой и тепловой сушки на формирование органолептических свойств культивируемых грибов

Комплексное товароведно-технологическое исследование современной проблематики промышленного культивирования съедобных грибов обусловлено, прежде всего, потребительским фактором, так как грибы обладают целым рядом уникальных природных свойств благодаря биохимическому составу (особенно аминокислотному составу белков, витаминному, минеральному составу и специфическому комплексу ферментов), высокой биологической активности компонентов – им присущи лечебные свойства, которые используются в фармакологии и медицине [44, 138, 165, 185, 243, 382].

Современный рынок продуктов грибоводства достаточно разнообразен и включает помимо свежих грибов, и такие виды переработанной грибной продукции, как: сушеные (даже в виде капсул и таблеток); порошки, спиртовые и водные их вытяжки; концентраты и их смеси; полученные из субстратной грибницы сушеные комбинированные препараты; биомасса и экстракт грибницы (выращивается в ферментаторе). Однако ассортимент продукции грибоводства этим не ограничивается, и концепция здорового питания находится в постоянном развитии, где особая роль принадлежит грибам [317].

Сушка сочного растительного сырья относится к сложным термо- и массодиффузным процессам [18, 51, 133, 174], а для сложной многокомпонентной системы, которой является сельскохозяйственное сырье, и, в частности, культивируемые грибы, процесс сушки представляется в виде двух составляющих: теплофизической и технологической.

В случае теплофизического процесса сушки наблюдается «чистое» перемещение тепла и влаги сквозь толщу продукта, а при технологическом

процессе происходит совокупность процессов перемещение и влаги, и тепла, что сопровождается химическими, биохимическими и структурно-механическими изменениями в продукте, определяющими качество готового продукта [167, 233].

В данном диссертационном исследовании применяли 3 вида сушки: теневую сушку при температуре $20\div 25$ °С и относительной влажности воздуха $50\div 60$ %; тепловую сушку при температурах 50 °С; 75 °С и 100 °С; сублимационную сушку. Принципиальная схема тепловой сушки культивируемых грибов представлена на рисунке 6.1.

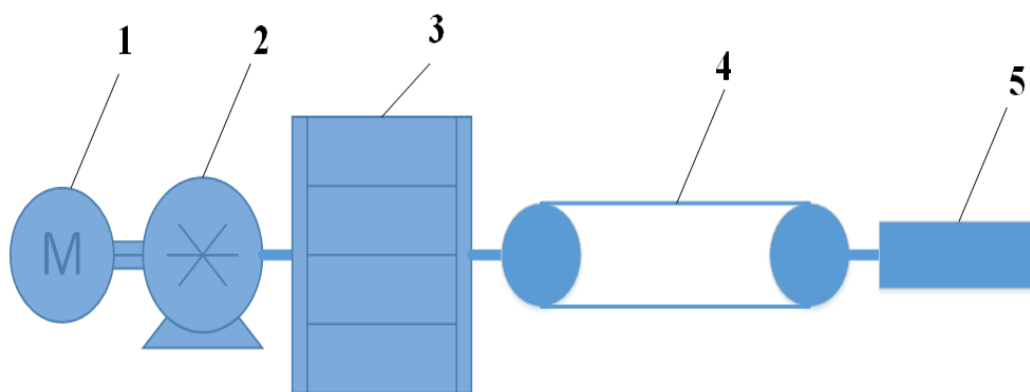


Рисунок 6.1 – Принципиальная схема тепловой сушки культивируемых грибов:

1 – электродвигатель; 2 – редуктор двухступенчатый цилиндрический; 3 – инфракрасный электрошкаф «Универсал – СД-4»; 4 – контейнер выгрузки; 5 – блок тарирования

Для проведения исследований образцы грибов подвергались предварительной подготовке: мойка → обдувка воздухом → резка. Перед осуществлением процесса сушки установка «Универсал–СД-4» в течение двух часов работала без размещения в ней образца, после чего грибы равномерно распределяли на платформе. При конвективной сушке, вне зависимости от конструкции сушильного аппарата, необходимо обеспечивать скорость потока теплоносителя не ниже 0,5 м/с.

Для органолептической оценки исследуемых сушеных культивируемых грибов в зависимости от способа сушки разработаны описательные 5-балльные шкалы (Рисунок 6.2–6.3).

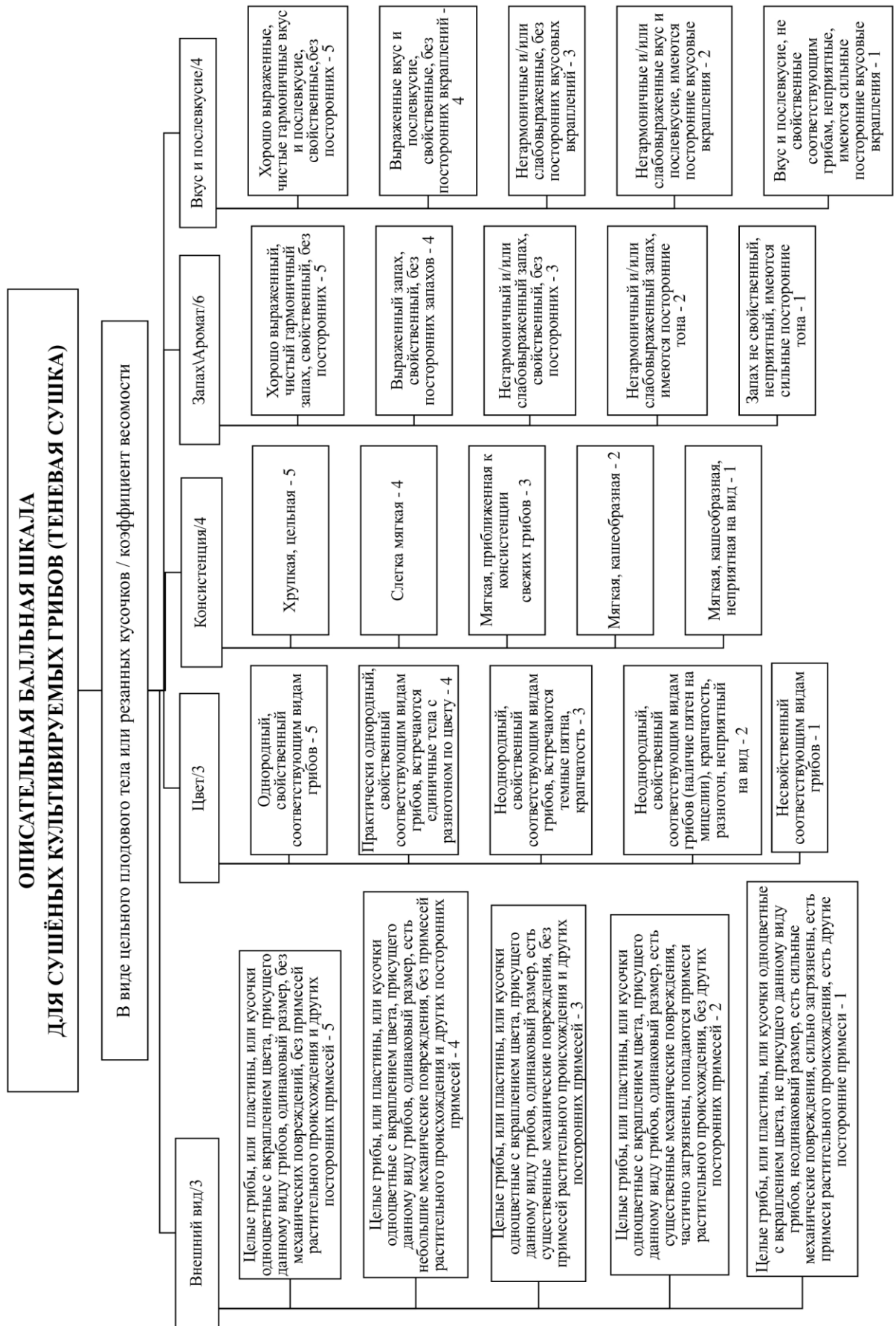


Рисунок 6.2 – Комплексная описательная балльная шкала оценки качества сушеных культивируемых грибов теневой сушкой

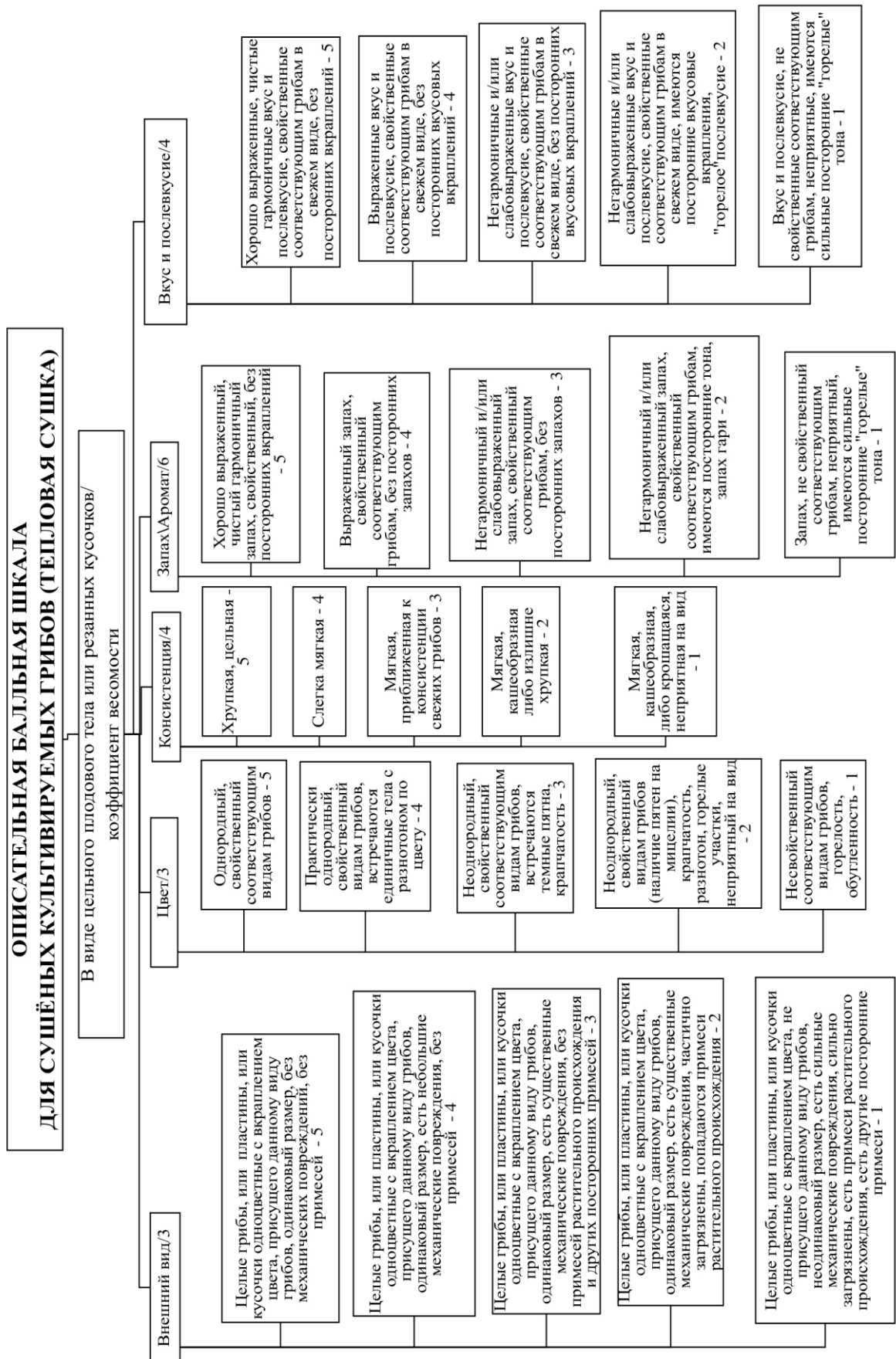


Рисунок 6.3 – Комплексная описательная балльная шкала оценки качества сушеных культивируемых грибов тепловой сушкой

В таблице 6.1 представлена комплексная балльная оценка органолептических показателей качества исследуемых культивируемых грибов при теневой и тепловой сушке при различных температурных режимах.

По внешнему виду грибы после теневой сушки целые, одинакового размера, однако есть существенные механические повреждения вследствие недостаточного удаления влаги. Очевидно, это произошло из-за колебаний температурно-влажностного режима. Сушеные грибы не имеют примесей растительного происхождения и других посторонних примесей. В целом все виды исследуемых грибов по итогам экспериментов получили от 3,02 до 2,78 балла. Грибы при тепловой сушке имеют наивысшие оценки в среднем от 4,95 до 4,75 баллов при сушке 50 °С; от 4,22 до 4,02 балла при сушке 75 °С и наихудшие показатели внешнего вида имеют образцы, высушенные при 100 °С – от 3,35 до 3,12 баллов.

Важным показателем качества сушеных грибов является их цвет, определяемый по интенсивности окраски водо-спиртовых экстрактов. Интенсивность окраски экстрактов зависит от вида грибов и температуры сушки.

При теневой сушке цветность различных видов грибов незначительно отличается и характеризуется достаточно высокими показателями. Тепловая сушка оказывает заметное влияние на цвет культивируемых грибов, и степень этого влияния зависит от вида гриба. Вешенка, опенок летний и опенок зимний особенно чувствительны к температуре, но характер изменения цвета у них различен. У опенка летнего и опенка зимнего интенсивность окраски экстрактов увеличивается с повышением температуры тепловой сушки. У вешенки же наблюдается обратная тенденция: наименьшая цветность наблюдается у грибов, высушенных при температуре 50 и 75 °С.

Консистенция грибного сырья, безусловно, является одним из ключевых индикаторов его качества, непосредственно влияющим на методы его дальнейшей переработки и хранения. В результате теневой сушки все исследованные образцы демонстрировали повышенную мягкость. При тепловой сушке наилучшие результаты достигались у шиитаке при режимах 50 °С и 75 °С, так как сушеные грибы получили от 4,96 и 4,00 баллов соответственно.

Таблица 6.1 – Комплексная балльная оценка органолептических показателей качества культивируемых грибов, высушенных теневой и тепловой сушками

Органолептический показатель	Культивируемые грибы, баллы			
	Теневая сушка	Тепловая сушка		
		20÷25 °С	+ 50 °С	+ 75 °С
Шампиньон				
Внешний вид	2,85	4,85	4,02	3,12
Цвет	4,76	4,83	4,14	2,94
Консистенция	3,05	4,90	3,92	3,17
Запах/Аромат	4,67	4,70	4,23	2,93
Вкус и послевкусие	4,12	4,75	4,14	2,92
Вешенка				
Внешний вид	2,96	4,75	4,12	3,22
Цвет	4,01	2,96	2,76	3,88
Консистенция	3,25	4,83	3,84	3,10
Запах/Аромат	4,57	4,68	4,14	2,96
Вкус и послевкусие	4,11	4,75	4,15	2,83
Опенок (летний и зимний)				
Внешний вид	3,02	4,85	4,13	3,12
Цвет	4,77	4,99	3,23	2,30
Консистенция	3,85	4,05	3,06	2,47
Запах/Аромат	4,98	4,95	4,23	2,82
Вкус и послевкусие	4,65	4,93	3,24	2,28
Кольцевик				
Внешний вид	2,78	4,75	4,22	3,35
Цвет	4,76	4,89	4,20	2,98
Консистенция	3,65	4,96	3,98	3,21
Запах/Аромат	4,67	4,75	4,13	2,82
Вкус и послевкусие	4,01	4,81	4,21	2,97
Шиитакэ				
Внешний вид	2,98	4,95	4,14	3,25
Цвет	4,65	4,91	4,22	3,08
Консистенция	3,55	4,98	4,00	3,23
Запах/Аромат	4,81	4,90	4,43	3,02
Вкус и послевкусие	4,15	4,83	4,23	2,98
Мейтакэ				
Внешний вид	2,98	4,94	4,14	3,24
Цвет	4,65	4,87	4,18	2,97
Консистенция	3,55	4,94	3,96	3,20
Запах/Аромат	4,81	4,90	4,43	3,02
Вкус и послевкусие	4,15	4,79	4,19	2,95

Сушка грибов при 100 °С делает их хрупкими и ломкими, что затрудняет дальнейшее длительное хранение грибов в целом виде. Грибы, высушенные при

этой температуре, имеют наименьшее количество баллов. Так, опять летние и зимние получили наименьшее количество баллов – 2,47.

Исследование воздействия различных методов сушки на вкусоароматические характеристики грибов показало:

- высушивание в тени, а также термическая обработка при температурах 50 °С и 75 °С демонстрируют сравнимые пороговые значения вкусовой чувствительности, что отражается в высоких оценках, полученных грибами, обработанными этими способами;

- образцы грибов, подвергшиеся тепловой сушке при 100 °С, оцениваются значительно ниже по вкусовым свойствам;

- грибы, высушенные при температуре 75 °С, обладают вкусом и запахом, которые напоминают грибы, высушенные при 50 °С, однако их интенсивность несколько снижена;

- наименее привлекательные органолептические свойства отмечаются у грибов, высушенных при 100 °С. В их аромате и вкусе, помимо грибных нот, проявляются оттенки карамелизации.

Самый интенсивный запах характерен для грибов, высушенных в тени, за ними идут грибы, подвергшиеся тепловой сушке при температурах 50 и 75 °С, с незначительной разницей в восприятии запаха. Далее следуют грибы, высушенные теплом при 100 °С. Если говорить об общих ароматических и вкусовых свойствах, то тепловая сушка при 50 °С дает наиболее приятный вкус и выраженный грибной аромат.

У грибов, высушенных в тени, вкус чуть менее яркий, экстрактивность понижена, а в послевкусии ощущается специфический «землистый» оттенок.

На основе этих исследований была разработана сравнительная 5-балльная шкала оценки аромата и вкуса сушеных грибов при различных видах сушки и температурно-влажностных режимах (Рисунок 6.4).

Шкала разработана в сравнительной форме для лучшего представления разницы в выборе сушки для формирования отличительных показателей качества грибной сушеной продукции.

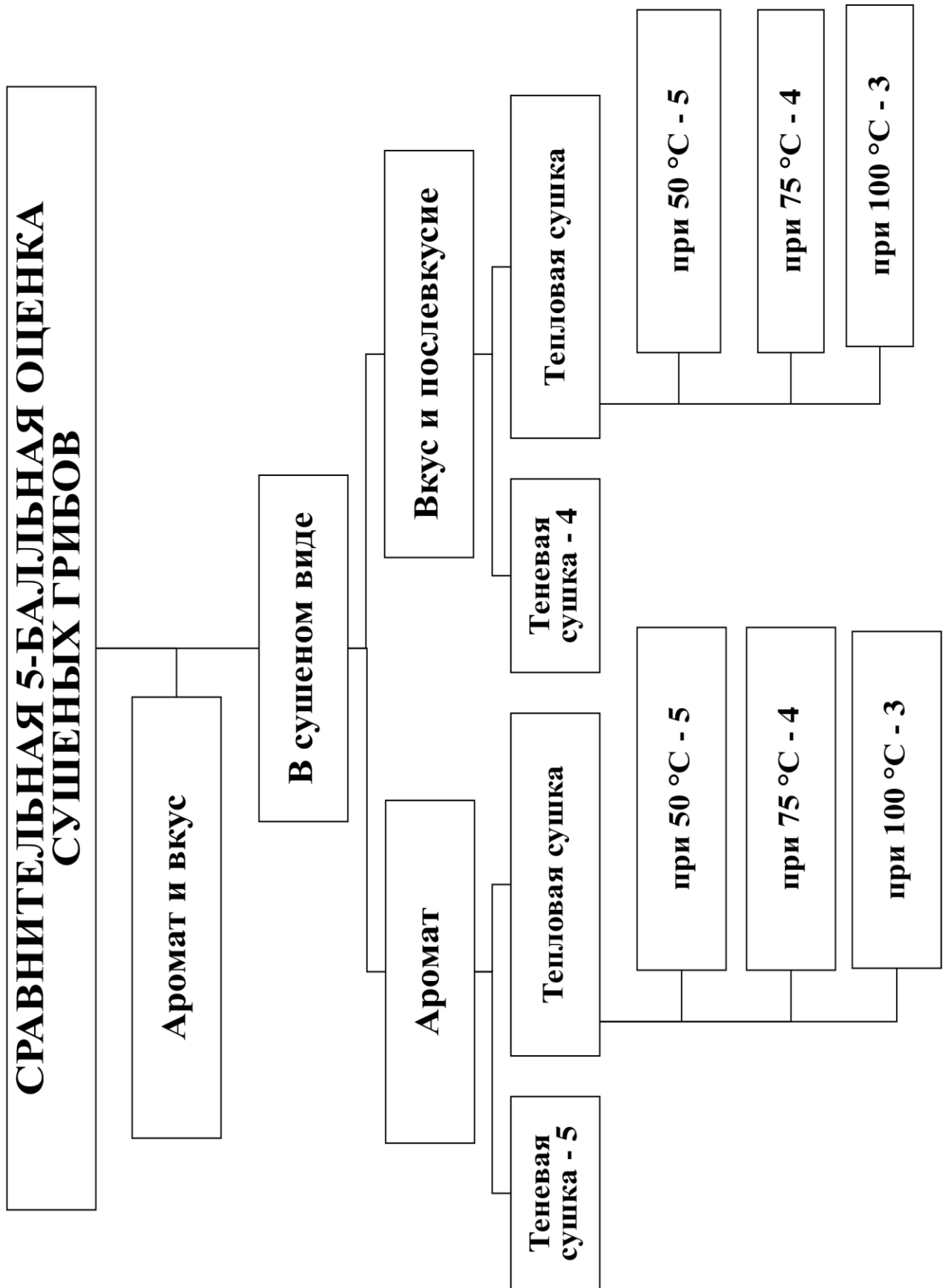


Рисунок 6.4 – Сравнительная балльная оценка сушеных культивируемых грибов при разных способах сушки

Показатели запаха/аромата, вкуса и послевкусия необходимы при выборе дальнейшей переработки сушеного грибного сырья в порошкообразное состояние, так как эти показатели наиболее важны для порошкообразного грибного концентрата при приготовлении первых и вторых блюд.

6.2 Изменение белкового и углеводного комплексов в процессе сушки культивируемых грибов

Основными питательными веществами в сушеных грибах являются азотистые соединения, углеводы, липиды и слизистые вещества. Поэтому особое внимание в исследовании уделялось составу белковых веществ и их остаточному количеству в процессе сушки при различных температурных режимах. Использовались два типа сушки: теневая сушка при 20÷25 °С и тепловая сушка при 50 °С, 75 °С и 100 °С.

Среди исследуемых режимов тепловой сушки наиболее значительное изменение белковых компонентов наблюдается при 50 °С (Рисунок 6.5).

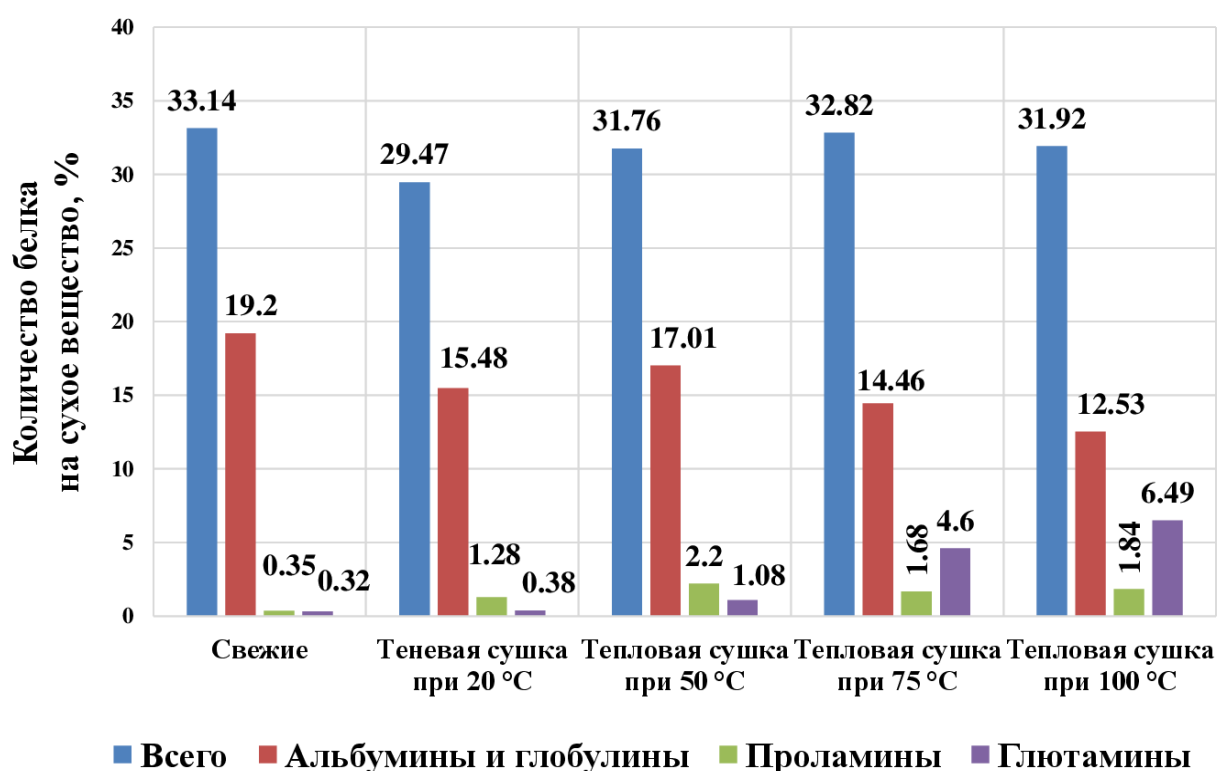


Рисунок 6.5 – Белковый состав свежих и высушенных шампиньонов при различных режимах сушки

Из данных рисунка 6.5 видно, что даже при температуре высушивания 50 °С потери белка почти вдвое меньше, чем при высушивании в тени.

Более высокие температуры при сушке грибов приводят к активации растворимости их белковых компонентов в растворителях. При сушке при 75 и 100 °С растворимость белков усиленнее, чем у свежих образцов. Рост растворимости общего белка обусловлен главным образом увеличением содержания проламинов и глютаминов, в то время как количество альбуминов и глобулинов уменьшается. Результаты анализа изменения экстрагируемости белковых веществ показывают, что в ходе дегидратации грибные белки претерпевают трансформации. Это обусловлено денатурацией сложных белковых структур под воздействием температуры, что приводит к росту содержания II и III фракций. Следовательно, можно заключить, что сушка потенциально улучшает усвояемость грибов.

При теневой и тепловой сушке (50 °С) наблюдается снижение содержания белка, вызванное его ферментативным расщеплением. Этот процесс протекает более эффективно в условиях теневой сушки (Рисунок 6.6).



Рисунок 6.6 – Трансформации состава грибов в процессе сушке

При поддержании температуры в $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 $35\text{--}38\text{ }^{\circ}\text{C}$. Однако, интенсивное движение воздуха способствует быстрому удалению влаги из грибов, что замедляет гидролиз белков по сравнению с сушкой в тени.

При режиме сушки $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ распад белков вероятен только в самом начале, примерно полчаса – час. Потом реакция останавливается из-за быстрого испарения влаги и потери активности ферментов.

Опытным путем подтверждено, что сушка грибов при $50\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ создает оптимальную среду для ферментативного расщепления белков, однако из-за стремительного уменьшения влажности грибов данный процесс существенно замедляется.

Результаты исследований влажности грибов до и после высушивания и содержание белков представлены на рисунке 6.7.

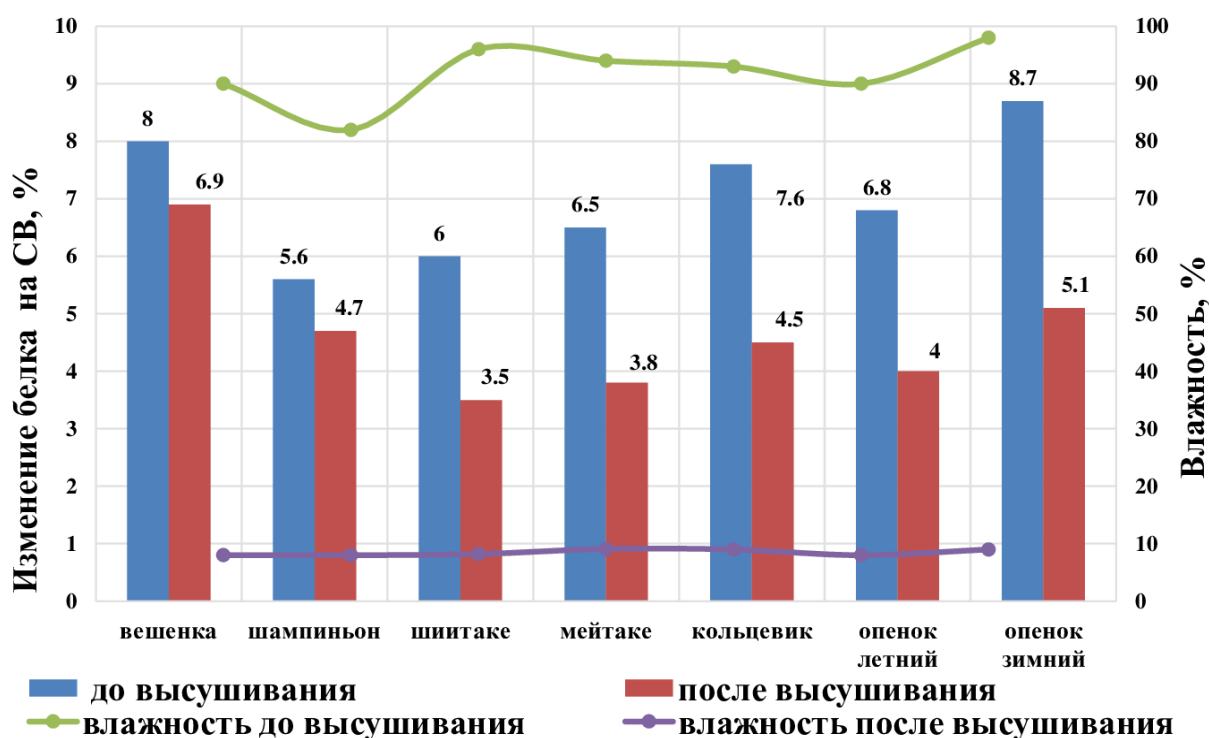


Рисунок 6.7 – Изменения содержания влажности и белка в грибах в процессе сушки при $t\ 50\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$

Изучение полученных результатов показало, что процесс обезвоживания влечет за собой небольшое уменьшение концентрации общего белка на сухое вещество: в вешенках – на 1,1 %, а в шампиньонах – на 0,9 %. Подобные изменения объясняются гидролитическим разложением белков в процессе удаления влаги, что свидетельствует о присутствии высокоактивной ферментной системы в употребляемых в пищу грибах.

В процессе высушивания особым изменениям подлежат белки, которые чувствительны к теплу, и могут вступать в реакции с разными химическими составляющими съедобных грибов. Важное свойство белков – способность к денатурации, в основе этого процесса лежит изменение структуры белковых молекул [348].

Характерным при сушке грибов является процесс меланообразования, при котором образуются меланоидины при взаимодействии аминокислот с редуцирующими сахарами в процессе распада аминокислот, полипептидов и пептонов с редуцирующими углеводами [383]. Эти процессы приводят к потемнению грибов и появлению свойственного запаха поджаренных грибов. Поэтому целесообразно исследовать изменение белковой составляющей, а именно белка и других азотистых веществ.

Под воздействием различных условий, таких как повышение температуры, запускается процесс денатурации. Ключевым аспектом этого явления служит трансформация вторичной, третичной и четвертичной структур в белковых молекулах. Денатурация белков имеет положительный эффект, так как она способствует их более быстрому расщеплению в желудочно-кишечном тракте, открывая для протеолитических ферментов лучший доступ. В связи с этим, нами было проведено исследование изменений азотистых компонентов культивируемых грибов в процессе обезвоживания, а именно общей динамики содержания общего, белкового и аминного азота (Рисунок 6.8).

Параллельно с модификацией состава белковых веществ, заметные трансформации затрагивают азот аминного происхождения. В процессе дегидратации наблюдается небольшое уменьшение общего количества азота. В

шампиньонах потеря общего азота достигает 4,9 %, в то время как в вешенках этот показатель немного ниже – 4,5 %. Эта закономерность прослеживается и у других культивируемых видов грибов. Наряду с уменьшением процентного содержания общего азота, специфические изменения претерпевает и концентрация азота, входящего в состав белков и аминов.

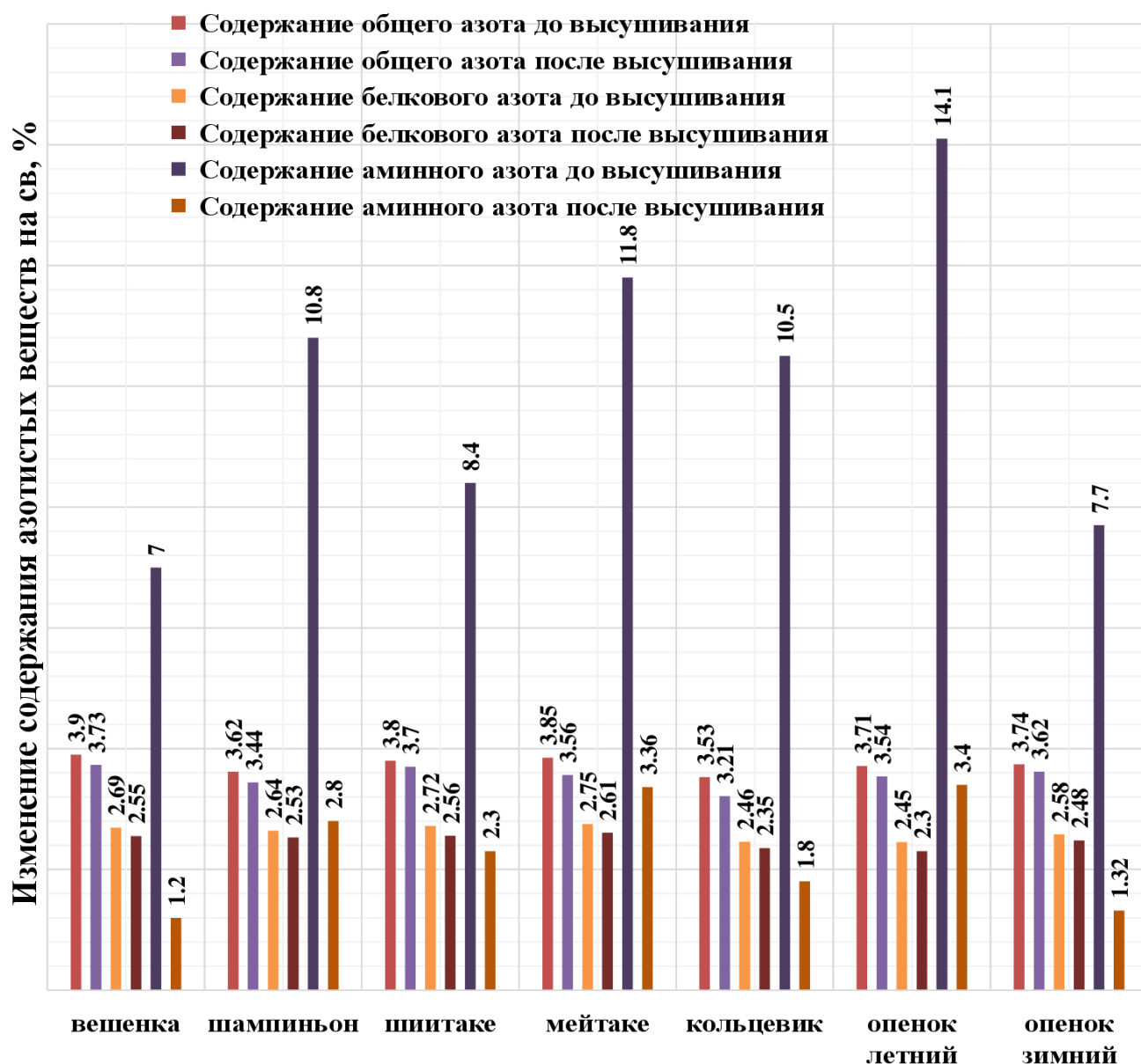


Рисунок 6.8 – Динамика содержания азотистых веществ в культивируемых грибах в процессе сушки при $t 50 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$

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.

В работе исследованы изменения суммарного и фракционного состава белка культивируемых грибов в процессе сушки, результаты исследований представлены на рисунках 6.9÷6.14.

Результаты анализа указывают на то, что высушивание незначительно снижает концентрацию суммарного белка в исследуемых грибах (Рисунок 6.9).

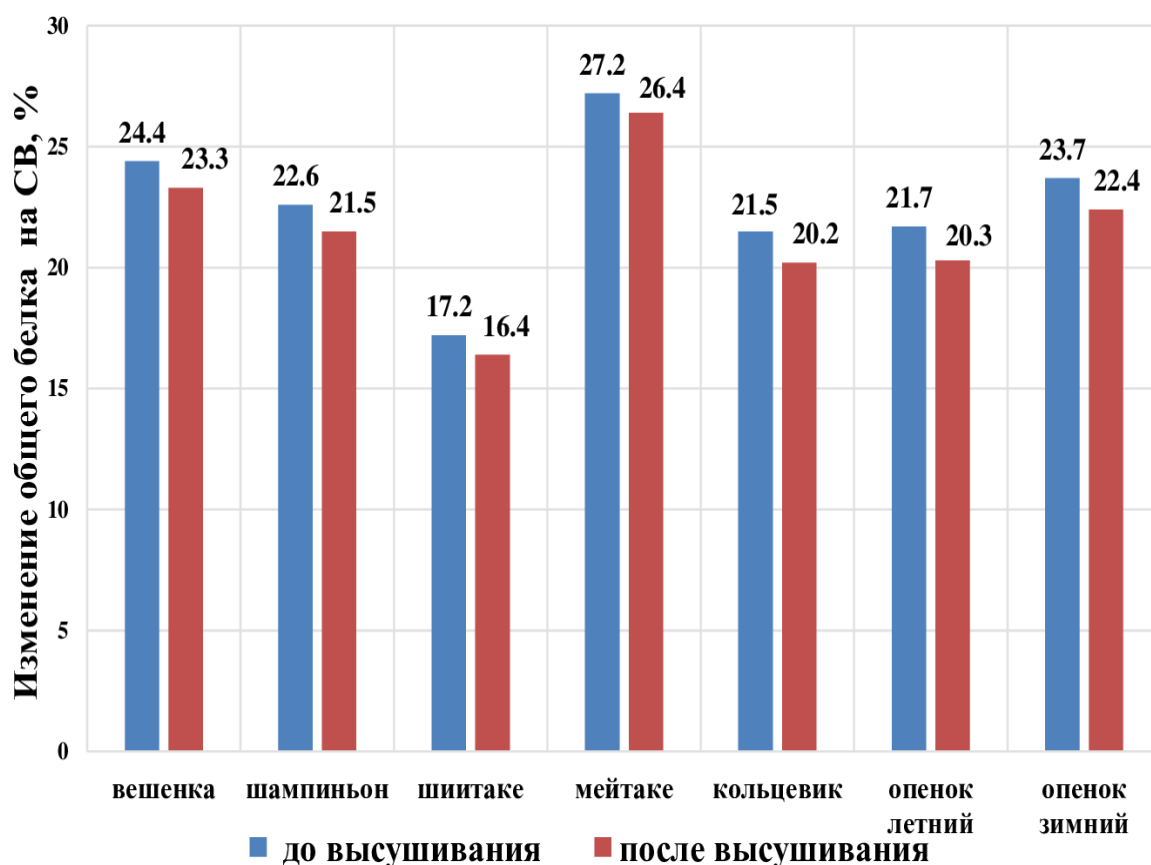


Рисунок 6.9 – Изменения содержания общего белка в грибах в процессе сушки при $t 50 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$

Одновременно с этим, отмечается повышение растворимости белковых веществ в образцах, что связано с увеличением долей альбуминов и глобулинов,

составляющим 5,3 % и 2,7 % для вешенки и 5,3 % и 3,3 % для шампиньона соответственно; на 5,4 % и 3,6 % – для продуктов из шиитаке, на 5,1 % и 3,1 % – для продуктов из мейтаке, на 5,7 % и 3,9 % – для продуктов из опенка летнего и так далее (Рисунки 6.10 и 6.11).

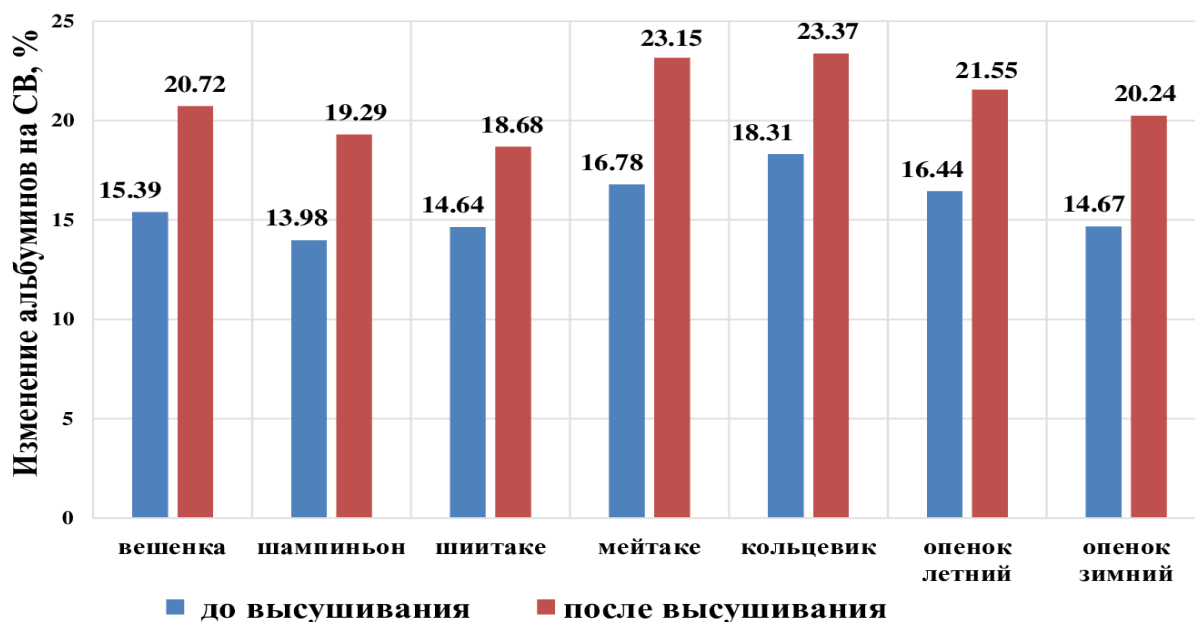


Рисунок 6.10 – Динамика содержания фракции альбуминов в культивируемых грибах в процессе сушки при $t 50 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$

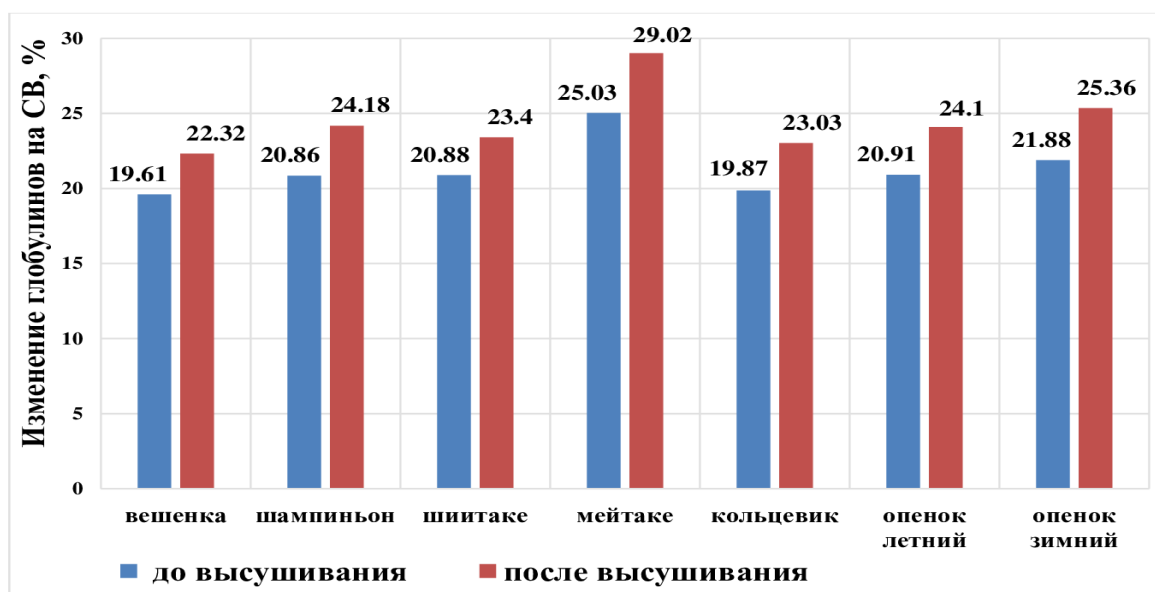


Рисунок 6.11 – Динамика содержания фракции глобулинов в культивируемых грибах в процессе сушки при $t 50 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$

При этом несколько снижается содержание фракций проламинов и глютелинов (Рисунок 6.12 и 6.13). Уменьшение содержания фракции проламинов после высушивания наиболее прослеживается у шампиньона и мейтаке – до 4 %, в остальных грибах тенденция уменьшения схожа между собой.

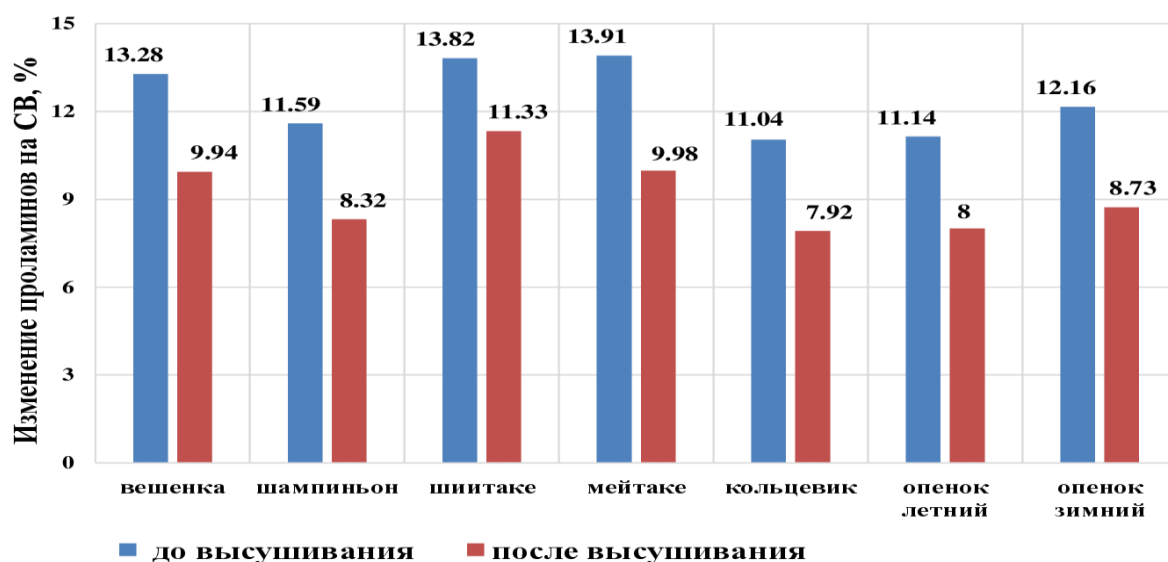


Рисунок 6.12 – Динамика содержания фракции проламинов в культивируемых грибах в процессе сушки при $t 50 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$

Изменение содержания фракции глютелинов наименьшая у шиитаке около 2 %, во всех остальных исследуемых грибах тенденция снижения составляет около 3 % и выше.

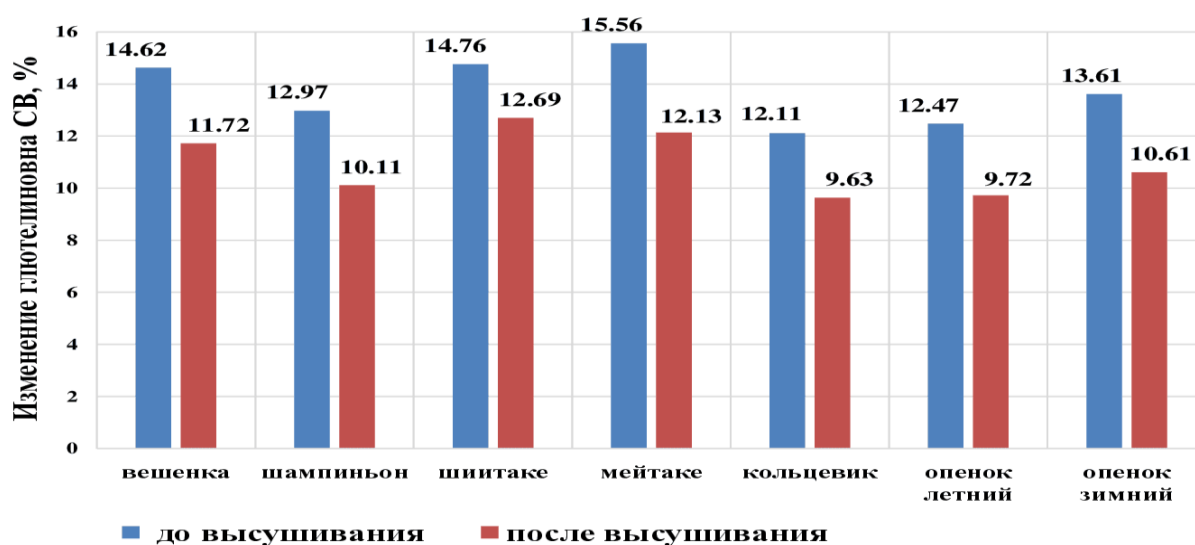


Рисунок 6.13. Динамика содержания фракции глютелинов в культивируемых грибах в процессе сушки при $t 50 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$

При обезвоживании грибов объем нерастворимого остатка немного сокращается (Рисунок 6.14).

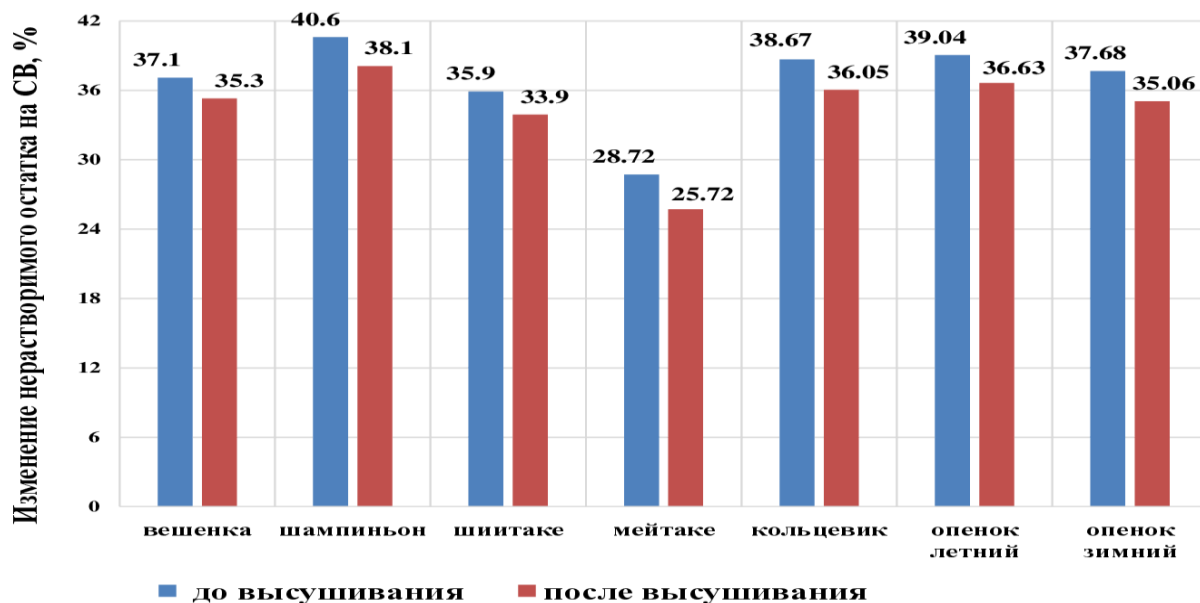


Рисунок 6.14 – Динамика содержания нерастворимого остатка в культивируемых грибах в процессе сушки при $t 50 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$

В процессе нагревания происходит разрушение белковых соединений, что приводит к уменьшению количества нерастворимого остатка и увеличению фракций альбуминов и глобулинов, тем самым повышая усвояемость продуктов.

Ввиду значительного содержания белка и аминного азота в свежей продукции, а также принимая во внимание их трансформации при дегидратации, актуально исследование воздействия сушки на количественные сдвиги в аминокислотном профиле. Анализ выявил незначительные изменения аминокислотного профиля грибов в процессе дегидратации. В частности, в вешенках концентрация аминокислот меняется на 5,8 %, а в шампиньонах – на 8,0 %. Это явление в основном обусловлено активным образованием меланоидинов [48].

Как упоминалось ранее, благодаря высокому содержанию свободных аминокислот и редуцирующих сахаров, у грибов отмечается активное формирование меланоидинов при сушке. Различия в интенсивности этого

процесса у разных видов культивируемых грибов при идентичных условиях сушки объясняются, главным образом, неодинаковым количеством свободных аминокислот и восстанавливающих субстанций.

В первую очередь, важно отметить, что колебания в суммарном количестве свободных аминокислот сильно коррелируют с колебаниями содержания аминного азота. Соответственно, после теневой сушки общее количество аминокислот незначительно превышает таковое в свежих грибах, в то время как при тепловой сушке наблюдается постепенное снижение их массовой доли по мере увеличения температуры. В отношении отдельных аминокислот наиболее значительные сдвиги наблюдаются именно при теневой сушке. Здесь, наряду с падением концентрации одних аминокислот, фиксируется существенный рост концентрации других.

Вкусоароматические характеристики конечного продукта во многом зависят от реакций меланоидинообразования. Эти трансформации происходят из-за термоиндуцированного гидролиза белков и активной ферментативной системы, присутствующей в культивируемых грибах.

Результаты исследования аминокислотного состава грибов приведены на рисунках 6.15÷6.18. Анализ аминокислотного состава грибов в свежем и сушеном виде выявил, что концентрация большинства аминокислот после высушивания уменьшается незначительно. Количественные потери каждой аминокислоты разные (Рисунок 6.15).

В общем и целом, термическая сушка при температуре 50 ± 3 °C не приводит к значительным колебаниям в концентрации свободных аминокислот. Однако, содержание метионина увеличивается в три раза, а глютаминовой кислоты – в четыре раза, по сравнению с тем, как эти показатели растут при сушке в тени.

Анализ показывает, что лейцин, изолейцин и фенилаланин более устойчивы при тепловой сушке, нежели при теневой, в отличие от аспарагиновой кислоты, треонина и аланина, сохранность которых в таком режиме несколько ниже. В то же время, содержание серина, тирозина и валина относительно исходного уровня в свежих грибах остается сравнительно стабильным.

КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ ГРИБЫ		Содержание аминокислот, % от СВ (до сушки / после сушки) / содержание, % от контроля						
Аминокислоты	Вешенка	Шампиньон	Шитаке	Мейтаке	Кольцевик	Опенок летний	Опенок зимний	Аминокислоты
Лизин	(1.17 / 1.05) 89.7	(1.51 / 1.31) 86.8	(1.66 / 1.44) 98.48	(1.89 / 1.64) 108.5	(1.13 / 0.98) 65.1	(1.39 / 1.21) 79.86	(1.43 / 1.24) 82.46	Лизин
Гистидин	(1.03 / 0.43) 41.7	(1.16 / 0.46) 39.7	(1.28 / 0.51) 43.67	(1.45 / 0.58) 49.63	(0.87 / 0.35) 29.78	(1.07 / 0.42) 36.52	(1.1 / 0.44) 37.72	Гистидин
Аргинин	(1.2 / 1.05) 87.5	(0.98 / 0.83) 84.7	(1.08 / 0.91) 93.17	(1.23 / 1.04) 105.9	(0.74 / 0.62) 63.53	(0.9 / 0.76) 77.92	(0.93 / 0.79) 80.47	Аргинин
ГАМК	(1.26 / 1.11) 87.9	(0.96 / 0.83) 86.5	(1.06 / 0.91) 95.15	(1.2 / 1.04) 108.13	(0.72 / 0.62) 64.88	(0.88 / 0.76) 79.58	(0.91 / 0.79) 82.18	ГАМК
Аспарагин	(2.68 / 1.96) 73.1	(2.64 / 1.98) 75.0	(2.9 / 2.18) 82.5	(3.3 / 2.48) 93.75	(1.98 / 1.49) 56.25	(2.43 / 1.82) 69.0	(2.51 / 1.88) 71.25	Аспарагин
Треонин	(1.21 / 1.09) 90.1	(1.53 / 1.35) 88.2	(1.68 / 1.49) 97.02	(1.91 / 1.69) 110.2	(1.15 / 1.01) 66.15	(1.41 / 1.24) 81.14	(1.45 / 1.28) 83.79	Треонин
Серин	(1.38 / 1.26) 91.3	(1.56 / 1.45) 92.9	(1.72 / 1.6) 102.19	(1.95 / 1.81) 116.1	(1.17 / 1.09) 69.68	(1.44 / 1.33) 85.47	(1.48 / 1.38) 88.26	Серин
Глутамин	(6.01 / 6.12) 101.8	(2.8 / 2.88) 102.9	(3.08 / 3.17) 113.2	(3.5 / 3.6) 128.63	(2.1 / 2.16) 77.18	(2.58 / 2.65) 94.67	(2.66 / 2.74) 97.76	Глутамин
Пролин	(1.12 / 1.00) 89.3	(1.06 / 0.92) 86.8	(1.17 / 1.01) 95.48	(1.33 / 1.15) 108.5	(0.8 / 0.69) 65.1	(0.98 / 0.85) 79.86	(1.01 / 0.87) 82.46	Пролин
Глицин	(1.10 / 1.04) 94.5	(1.14 / 1.05) 92.1	(1.25 / 1.16) 101.3	(1.43 / 1.31) 115.1	(0.86 / 0.79) 69.08	(1.05 / 0.97) 84.73	(1.08 / 1.0) 87.5	Глицин
Аланин	(1.86 / 1.70) 91.4	(2.74 / 2.57) 93.8	(3.01 / 2.83) 103.2	(3.43 / 3.21) 117.2	(2.06 / 1.93) 70.35	(2.52 / 2.36) 86.3	(2.6 / 2.44) 89.11	Аланин
Цистин	(0.20 / 0.18) 90.0	(0.2 / 0.18) 90.0	(0.22 / 0.2) 99.0	(0.25 / 0.23) 112.5	(0.15 / 0.14) 67.5	(0.18 / 0.17) 82.8	(0.19 / 0.17) 85.5	Цистин
Валлин	(0.94 / 0.82) 87.2	(1.11 / 0.95) 85.6	(1.22 / 1.05) 94.16	(1.39 / 1.19) 90.7	(0.83 / 0.71) 64.2	(1.02 / 0.87) 78.75	(1.05 / 0.9) 81.32	Валлин
Метонин	(0.36 / 0.40) 111.1	(0.43 / 0.46) 107.0	(0.47 / 0.51) 117.7	(0.54 / 0.58) 133.7	(0.32 / 0.35) 80.25	(0.4 / 0.42) 98.44	(0.41 / 0.44) 101.6	Метонин
Изолейцин	(0.82 / 0.73) 89.0	(0.96 / 0.82) 85.4	(1.06 / 0.9) 93.94	(1.2 / 1.03) 106.75	(0.72 / 0.62) 64.05	(0.88 / 0.75) 78.57	(0.91 / 0.78) 81.13	Изолейцин
Лейцин	(1.53 / 1.39) 90.8	(1.89 / 1.67) 88.4	(2.08 / 1.84) 97.24	(2.36 / 2.09) 110.5	(1.42 / 1.25) 66.3	(1.74 / 1.54) 81.33	(1.8 / 1.59) 83.98	Лейцин
Тирозин	(0.77 / 0.66) 85.7	(0.68 / 0.58) 85.3	(0.75 / 0.64) 93.83	(0.85 / 0.73) 106.6	(0.51 / 0.44) 63.98	(0.63 / 0.53) 78.48	(0.65 / 0.55) 81.04	Тирозин
Фенилаланин	(0.95 / 0.81) 85.3	(1.19 / 1.02) 85.7	(1.31 / 1.12) 94.27	(1.49 / 1.28) 107.1	(0.89 / 0.77) 64.28	(1.09 / 0.94) 78.84	(1.13 / 0.97) 81.42	Фенилаланин
Триптофан	(0.26 / 0.24) 92.3	(0.25 / 0.23) 92.0	(0.28 / 0.25) 101.2	(0.31 / 0.29) 115.0	(0.19 / 0.17) 69.0	(0.23 / 0.21) 84.64	(0.24 / 0.22) 87.4	Триптофан

Рисунок 6.15 – Влияние процесса сушки при $t 50 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ на содержание аминокислотного состава культивируемых грибов

Наибольшие потери во всех образцах грибов гистидина (Рисунок 6.16), например, вешенка – 58,3 %, шампиньон – 60,3 %, кольцевика – 62,1 %, мейтаке – 57,4 % и т. п.

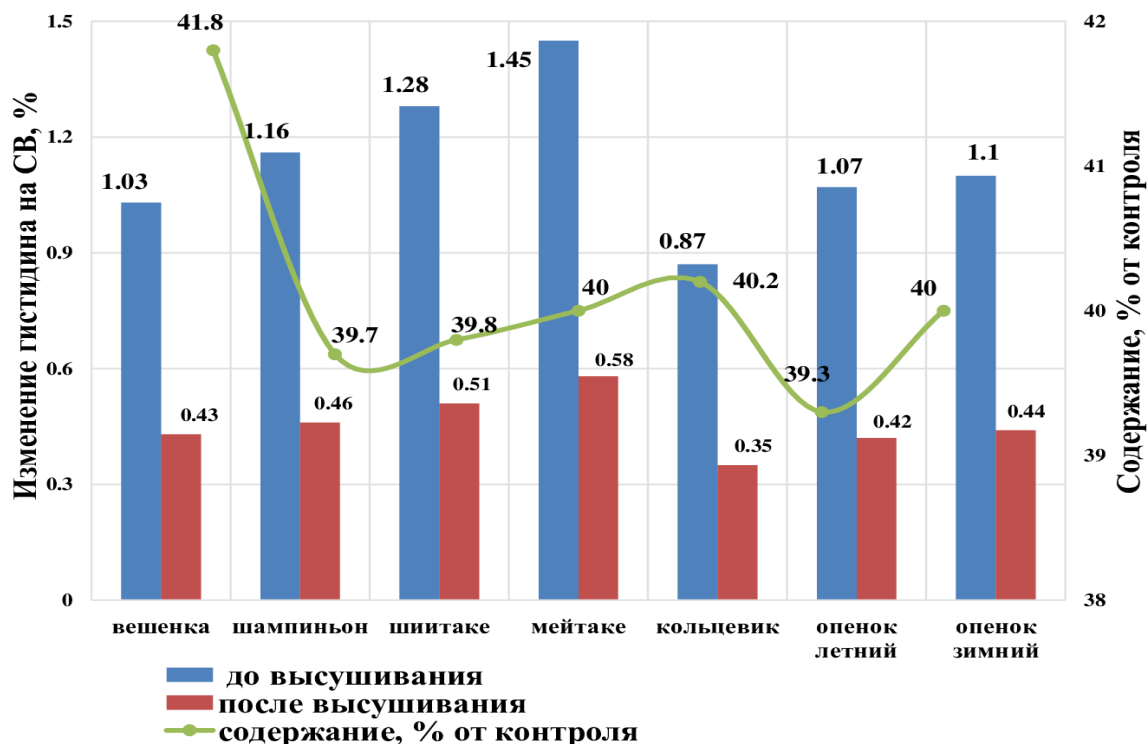


Рисунок 6.16 – Изменения содержания гистидина в культивируемых грибах в процессе сушки при $t 50\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$

Сравнивая полученные результаты собственных исследований сушки при температуре $50\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ с исследованиями, которые проводил Ю.Т. Жук, можно отметить, что «тепловая сушка при более жестких режимах приводит в основном к увеличению потерь всех аминокислот. Исключение составляют только кислоты аспарагиновая, глутаминовая и метионин, содержание которых при температуре 75 и 100°C соответственно увеличивается на 46,8–24,1; 39,7–35,8 и 109,0–90,8%» [112, с. 47].

В работе Ю.Т. Жук выделено, что «уменьшение количества многих аминокислот при жестких режимах сушки является следствием разрушения в результате их дезаминирования и вступления в реакции меланоидинообразования» [112, с. 47].

Кроме того, выявлены потери аспарагиновой кислоты (Рисунок 6.17), например, вешенка – 29,6 %, опенок летний – 27,1 %, шампиньон – 25,0 %, шиитаке – 24,8 % и т. п.).

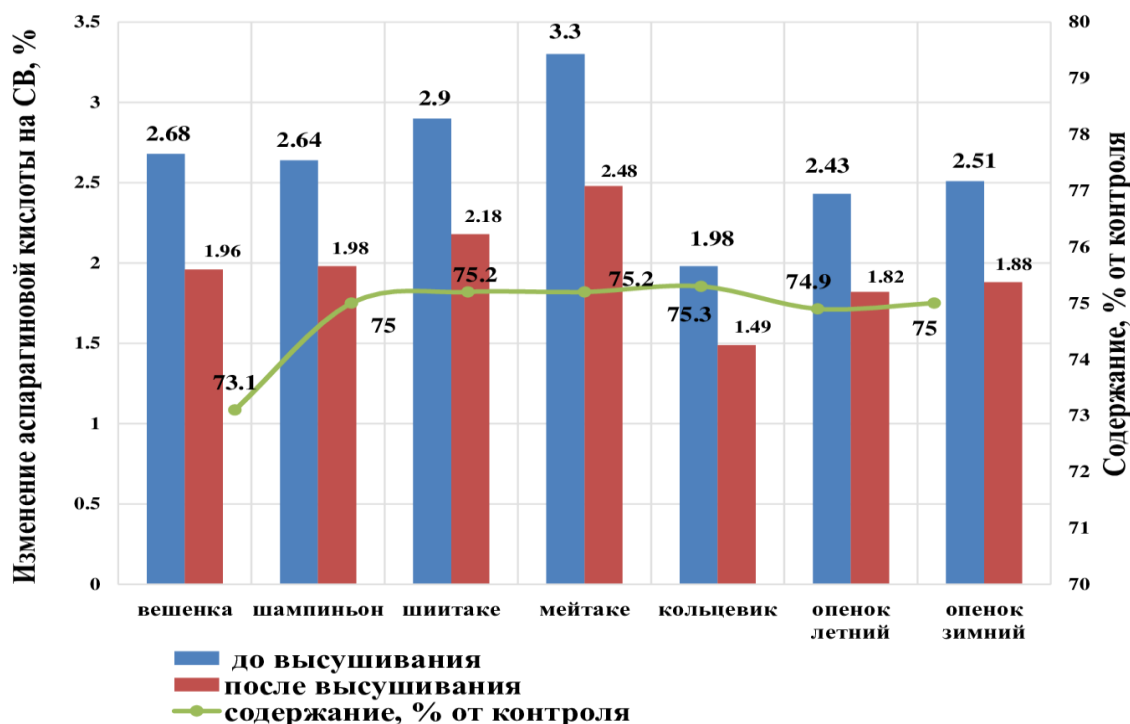


Рисунок 6.17 – Изменения содержания аспарагиновой кислоты в культивируемых грибах в процессе сушки при $t 50 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$

Количественная разница между потерями объясняется различной химической активностью аминокислот. Например, в процессе сушки, количество аспарагиновой кислоты снижается: в вешенках на 12,8 %, а в шампиньонах на 14,4 %, что подтверждается ранее опубликованными исследованиями [168]. Потери незаменимых аминокислот выражены слабее, что оказывает прямое воздействие на биологическую ценность белка в конечном продукте.

Валин, являясь одной из важнейших незаменимых аминокислот, подвергается наибольшим потерям (Рисунок 6.18).

Уменьшение содержания аминокислот в процессе высушивания обусловлено окислительно-восстановительными процессами, протекающими между редуцирующими сахарами и протеинами. Эти реакции происходят

благодаря взаимодействию свободных аминогрупп (NH₂-) в аминокислотах и карбоксильных групп в сахарах. Значительная способность к реакции Майяра характерна для лизина, аргинина, гистидина.

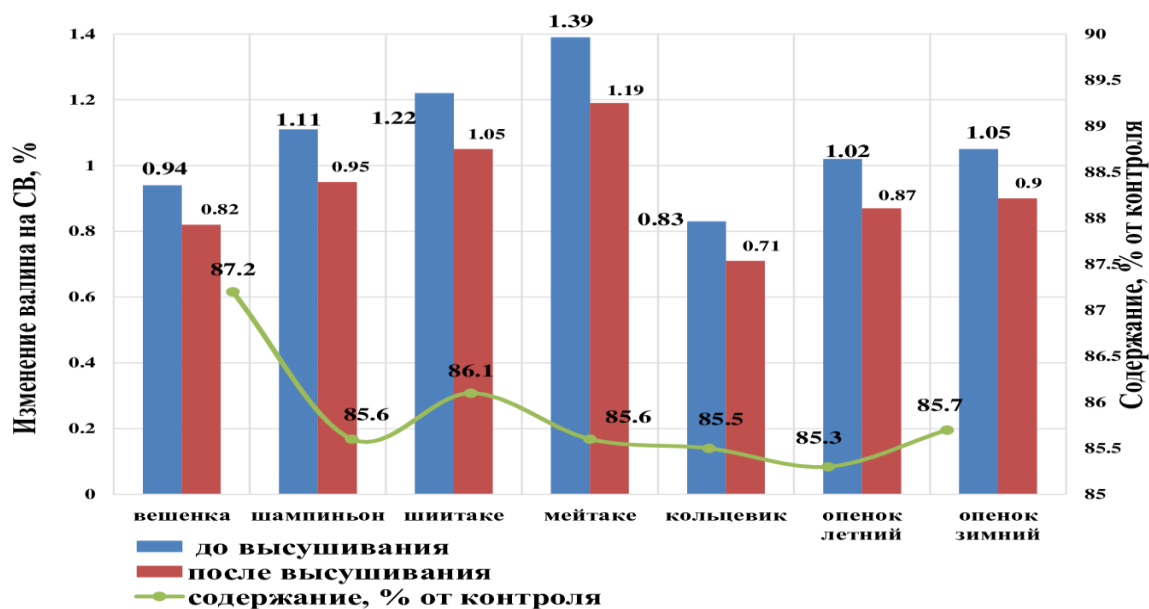


Рисунок 6.18 – Изменение содержания валина в культивируемых грибах при сушке при $t 50 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$

Изменения в количестве аминокислот в культивируемых грибах зависят от способа сушки, при котором обычно используется относительно низкая температура и длительное время обработки. В подобных обстоятельствах, помимо гидролиза (или расщепления) определенных соединений, может протекать образование новых сложных веществ. Рост концентрации некоторых аминокислот может быть обусловлен ферментативным гидролизом белков или трансформацией одних аминокислот в иные. В очередной раз подтверждается, что температурный режим сушки является ключевым параметром, влияющим на направленность и интенсивность биохимических и химических (не ферментативных) реакций, протекающих в процессе обезвоживания растительного сырья, в т. ч. и грибов.

В ходе исследований было выявлено, что трансформация углеводного состава варьируется в зависимости от вида грибов, а также от температурного режима сушки.

Во всех видах исследуемых грибов отмечается заметное уменьшение общего содержания сахаров, при этом наиболее значительное снижение наблюдается при сушке в тени. В процессе тепловой сушки температурный режим в диапазоне $50\div 75$ °С оказывает самое сильное воздействие на изменение количества сахаров, тогда как при температуре 100 °С потери наименьшие.

Исследование изменения концентрации определенных сахаров выявило, что при сушке в тени уровни лактозы и фруктозы снижаются вчетверо по сравнению с исходным составом грибов. При использовании тепловой сушки их концентрация сохраняется в большей степени. Массовая доля глюкозы остается практически неизменной вне зависимости от применяемого метода сушки.

В отличие от восстанавливающих сахаров, содержание трегалозы в грибах существенно не снижается в процессе сушки, даже при высокой температуре в 100°С. Эту закономерность объясняет Ю.Т. Жук «тем, что при повышенной температуре происходят меньшие потери сахаров на дыхание, и наряду с этим проходят и синтетические реакции, в частности превращение глюкозы в трегалозу» [112, с. 50].

Сокращение содержания углеводов при сушке обусловлено гидролизом сложных полисахаридов, особенно тех, что присутствуют в слизистых веществах. В ходе сушки слизи подвергаются существенным преобразованиям. При сушке в тени их концентрация снижается более чем вдвое по сравнению со свежими грибами. Наибольшее сохранение слизей отмечается в грибах, высушенных при 75°С.

Ввиду того, что в составе съедобных культивируемых грибов примерно 12 % приходится на углеводы, представлял интерес изучение трансформаций углеводных соединений (гликоген, который служит легкодоступным источником энергии для организма, помогая поддерживать необходимый уровень глюкозы) в грибах на начальном и завершающем этапах сушки ($t =$ при 50 ± 3 °С).

Данные, представленные на рисунке 6.19, показывают, что в процессе термической обработки содержание гликогена в исследуемых грибах уменьшается на 6,0 % в вешенке и на 4,5 % в шампиньоне.

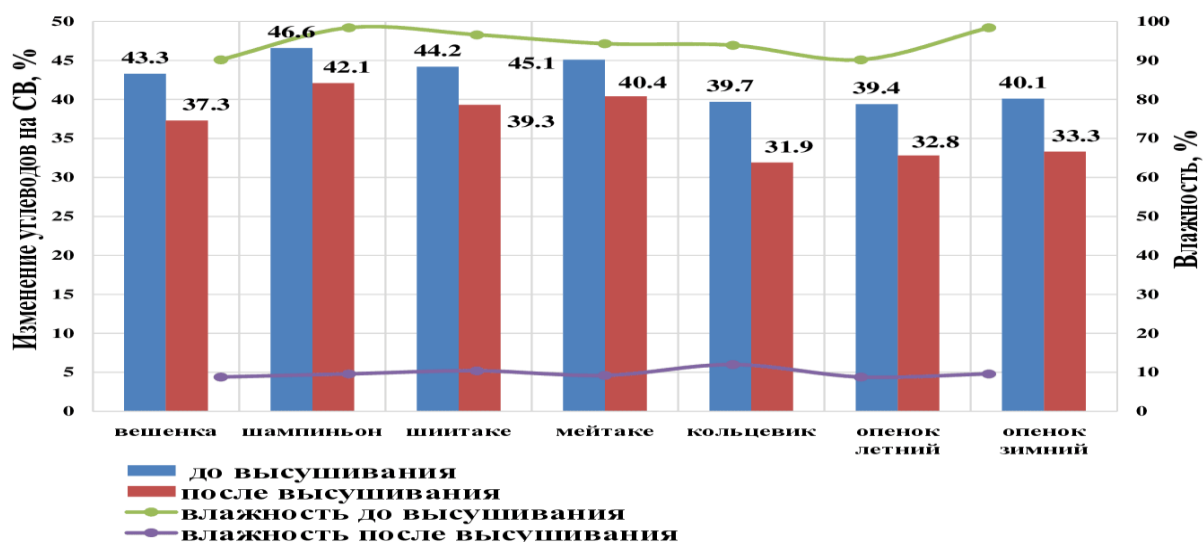


Рисунок 6.19 – Содержание гликогена в культивируемых грибах в процессе сушки при $t 50 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$

Кроме гликогена, состоящего из множества молекул глюкозы, определенным изменениям подлежат сахара (Рисунок 6.20).

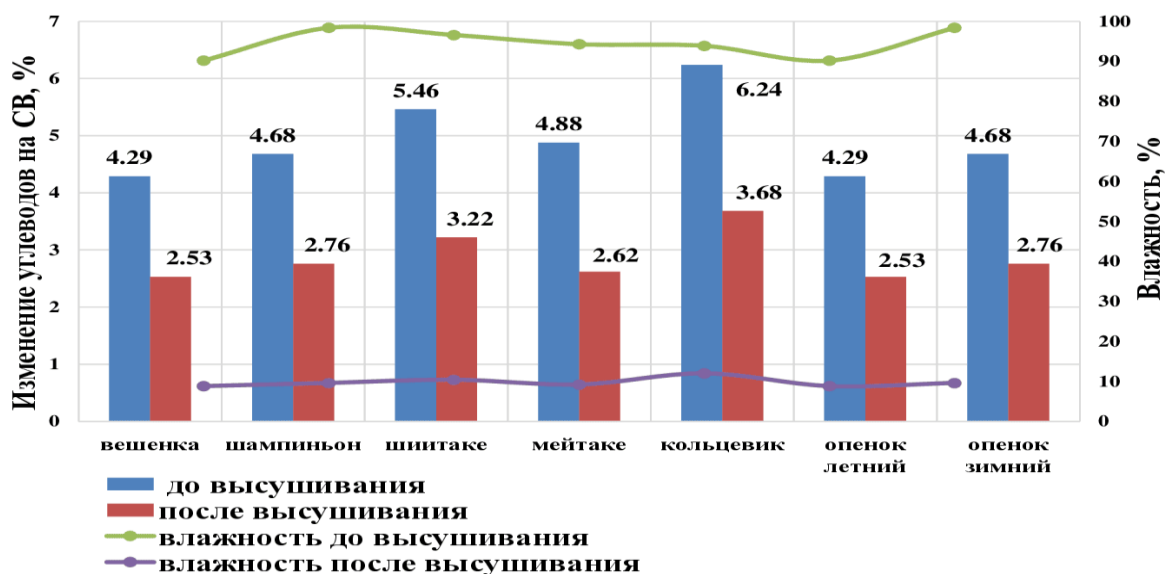


Рисунок 6.20 – Динамика содержания редуцирующих сахаров в культивируемых грибах в процессе сушки при $t 50 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$

Термическая обработка приводит к уменьшению содержания редуцирующих сахаров в вешенках и шампиньонах на 1,2 % и 1,6 % соответственно. Это объясняется взаимодействием сахаров с белковыми компонентами через карбонильную группу ($\text{C}=\text{O}$), что приводит к образованию меланоидинов (подтверждено данными в [187]).

Независимо от вида сушеных грибов в них отмечается уменьшение массовой доли редуцирующих сахаров, что объясняется их частичным связыванием при меланоидинообразовании. Самые высокие потери редуцирующих сахаров наблюдаются у кольцевика (2,56 %), шиитаке (2,22 %) и мейтаке (2,26 %), а самые низкие – у шампиньонов, вешенок и опят летних и зимних (1,92 %, 1,76 %, 1,76% и 1,92 % соответственно).

Кроме того, эти изменения могут быть связаны с гидролитическим распадом полисахаридных цепей гликогена на более мелкие фрагменты, что объясняет увеличение количества декстринов как в вешенках, так и в шампиньонах на 13,0% и 12,0% соответственно (Рисунок 6.21).

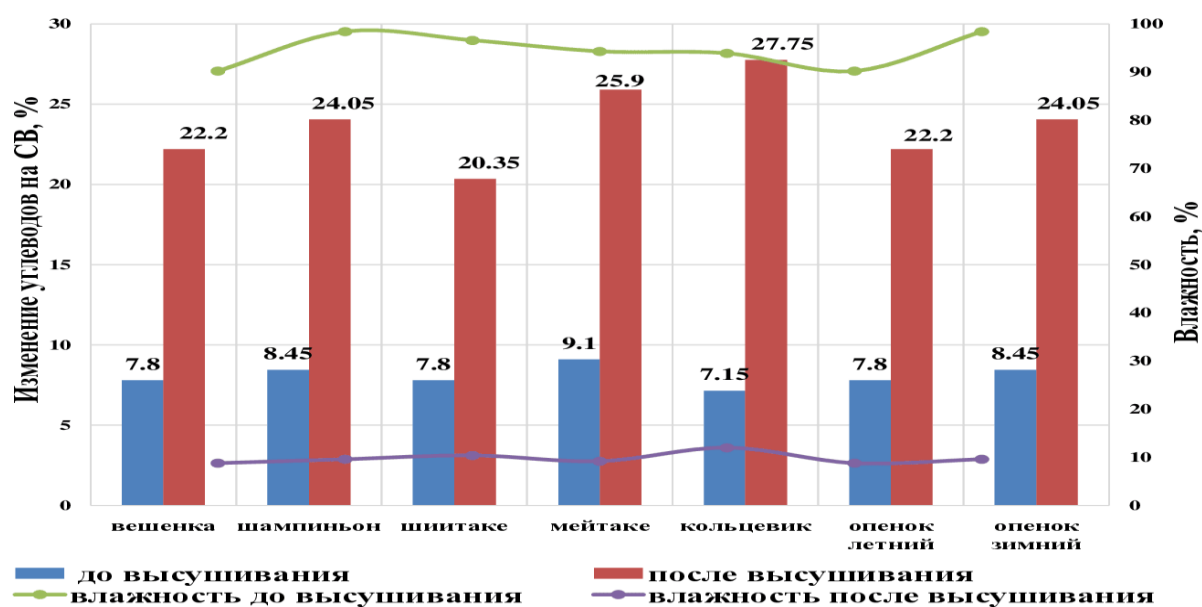


Рисунок 6.21 – Изменение содержания декстринов в культивируемых грибах в процессе сушки при $t 50 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$

Из рисунка 6.21 видно, что термическая обработка вызывает изменения в углеводном комплексе: содержание гликогена и редуцирующих сахаров уменьшается, а содержание декстринов увеличивается.

Клетчатка в грибах важна для снижения уровня холестерина, поддержания здоровья сердца и улучшения пищеварения. Она также способствует поддержанию стабильного уровня сахара в крови, снижая риск развития диабета 2 типа.

Поскольку грибы отличаются повышенным содержанием клетчатки, которая удерживает значительное количество слабосвязанной свободной влаги, в ходе эксперимента было исследовано содержание клетчатки во всех исследуемых видах грибов (Таблица 6.5).

Таблица 6.5 – Содержание клетчатки в свежих и сушеных грибах

Вид гриба	Содержание клетчатки, г/100 г свежих грибов	Содержание клетчатки, г/100 г сушеных грибов
Вешенка	2,3±0,0003	5,7±0,0005
Шампиньон	1,1±0,0001	2,6±0,00032
Шиитаке	2,2±0,0003	5,1±0,0005
Мейтаке	2,8±0,00034	6,2±0,00058
Кольцевик	1,7±0,00018	3,7±0,00045
Опенок летний	3,3±0,0004	5,1±0,0005
Опенок зимний	3,6±0,00045	5,8±0,00055

Анализ данных показал, что свежая вешенка имеет содержание клетчатки на 52 % больше, чем шампиньон, опенок летний, хоть и ненамного, но уступает по содержанию пищевых волокон опенку зимнему, в мейтаке клетчатки больше, чем в шиитаке. В сушеных грибах массовая доля клетчатки увеличиваются во всех видах исследуемых культивируемых грибов.

Свежие грибы содержат большое количество неперевариваемых углеводов, в основном клетчатки, связанной с хитином. Хитин не переваривается в желудочно-кишечном тракте человека и препятствует доступу пищеварительных ферментов к другим компонентам пищи.

Сушка позволяет не только сохранить пищевую ценность грибов, но и значительно изменить их химический состав и вкусовые свойства. В процессе сушки происходит удаление влаги, что приводит к увеличению концентрации клетчатки в сушеных грибах.

На основании проведенных исследований особенностей процессов тепловой сушки различных объектов была сгенерирована математическая модель процесса тепловой сушки, учитывающая в качестве основного параметра показатели удаления влаги из рассматриваемого объекта (*Приложение Ж*).

6.3 Изучение качества грибных сублимационных продуктов при длительном хранении

По причине постоянно возрастающего спроса на качественные продукты с длительным сроком хранения в пищевую промышленность в последнее время внедряются инновационные методы переработки свежего сочного сырья. Одним из таких методов является сублимационная сушка, имеющая целый ряд преимуществ перед традиционными методами. Структура продуктов, обезвоженных сублимацией, характеризуется высокой пористостью и большой удельной поверхностью, влияющих на активность биохимических процессов, протекающих в них при хранении.

На рисунке 6.22 представлена оптимизированная аппаратная схема сублимационной сушки грибов. Предложенная схема отличается от традиционной тем, что для реализации предложенных нами технических решений в схему интегрированы приборы, способные в зависимости от поставленных задач выполнять функции: гриборезательная машина и мельница для получения порошка. Машина гриборезательная ГРМ100 торговой марки «Станкостроитель» Россия обеспечивает нарезку грибов толщиной ломтиков от 9 до 12 мм при производительности 100 кг/ч и максимальной высоте слоя грибов 100 мм.

Мельница предназначена для производства сверхтонкого порошка пищевого класса BSP-350 производительностью от 20 до 200 кг/ч, производства Brightsail Industries Group Co, Ltd. КНР.

Разработка прибора двойного назначения и адаптация традиционной схемы сублимационной сушки под задачи данного исследования позволяет производить как цельную и резанную грибную продукцию, так и получать мелкодисперсные грибные порошки для дальнейшего их использования в рецептуре грибных смесей.

На рисунке 6.23 представлена блок-схема процесса сублимационной сушки грибов, который состоит из подготовительных процессов, основного процесса и завершающих процессов.

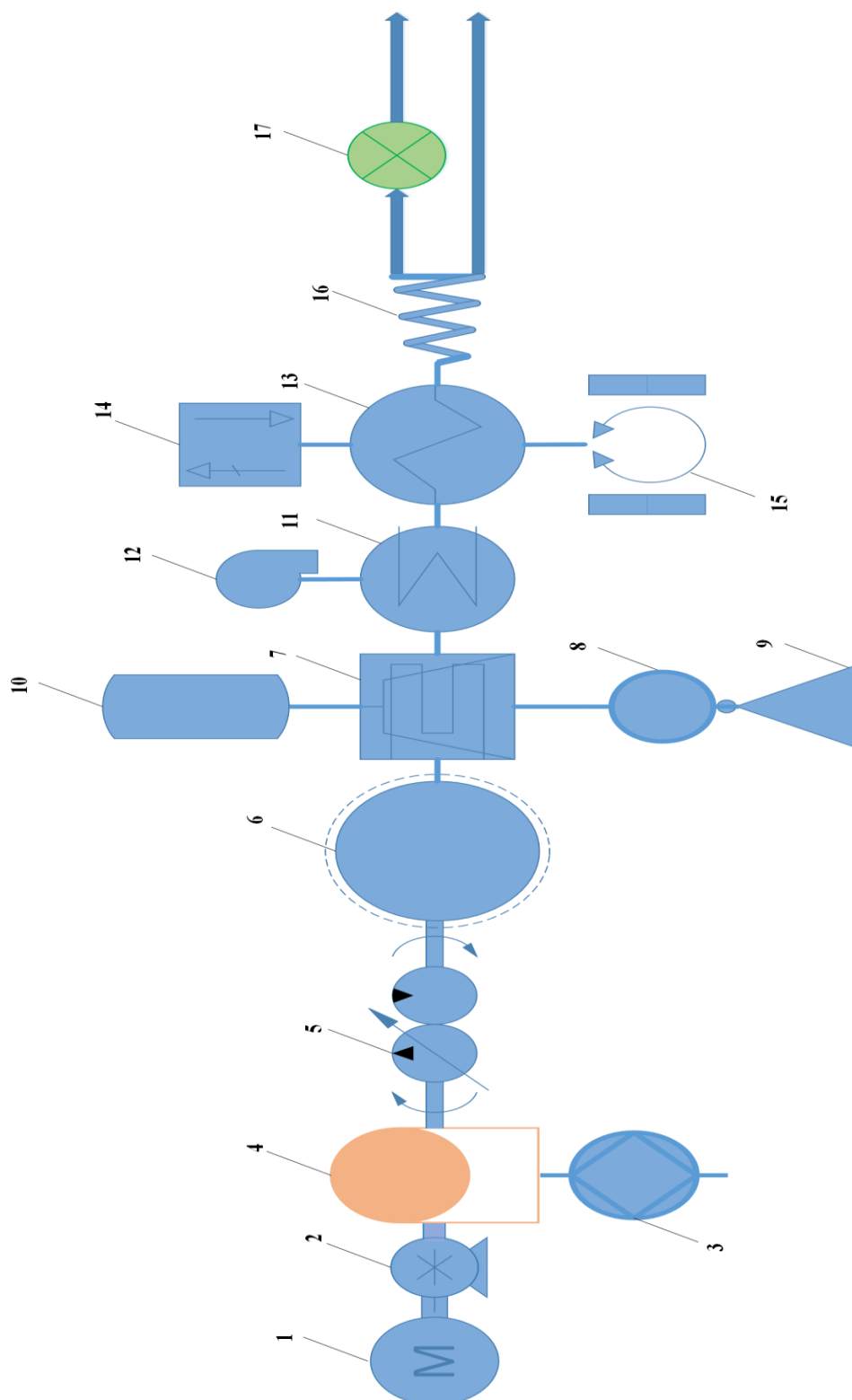


Рисунок 6.22 – Оптимизированная аппаратная схема процесса сублимационной сушки культивируемых грибов

- 1– электродвигатель; 2 – редуктор двухступенчатый 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 сушильного агента;
 13 – сушильная емкость; 14 – устройство СВЧ; 15 – устройство УЗИ;
 16 – шнековый конвейер выгрузки; 17 – мельница

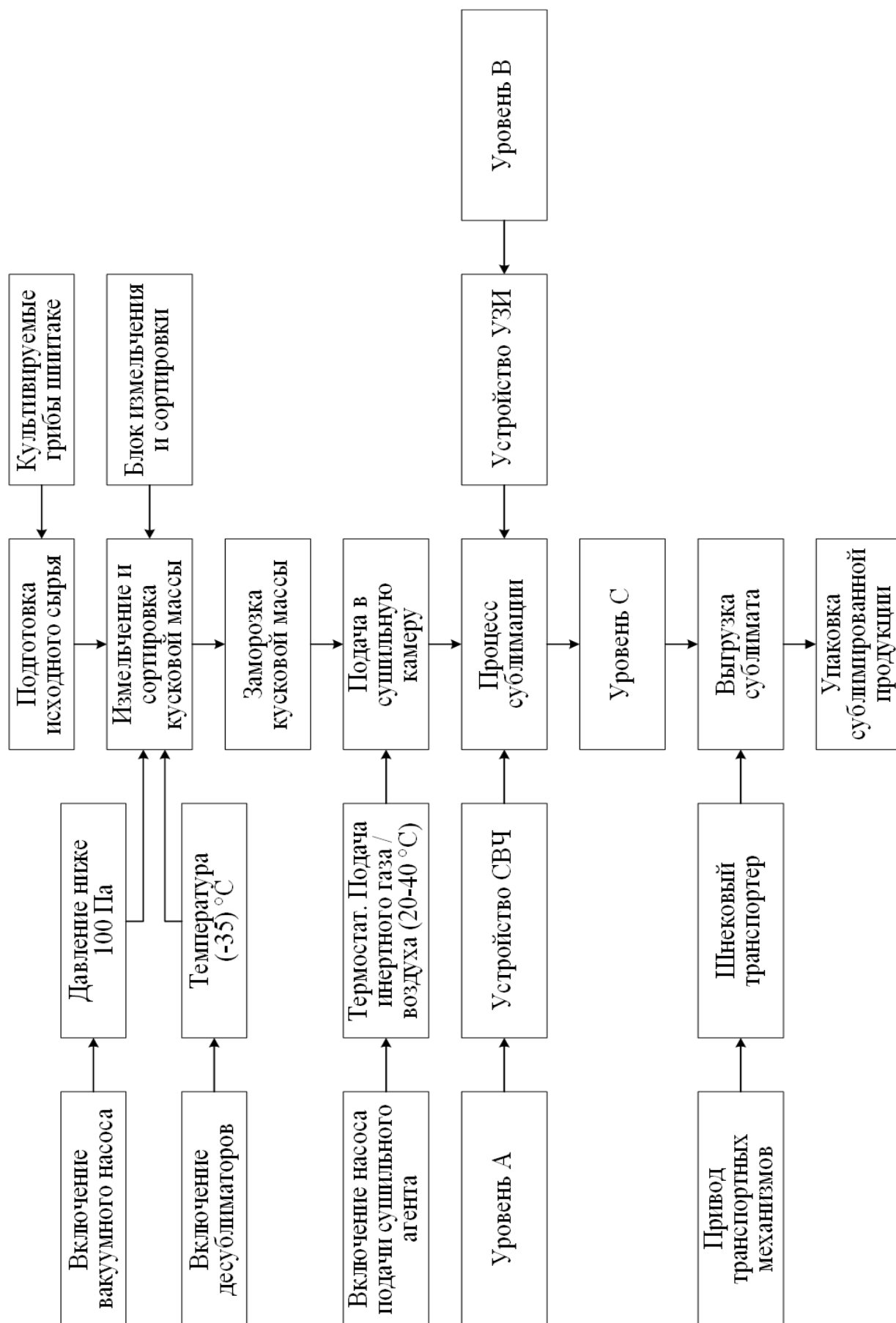


Рисунок 6.23 – Блок-схема процесса сублимационной сушки

Исследуемые нами процессы можно рассматривать как реакции, протекающие на поверхности обезвоженных продуктов, богатых активными центрами энергии, свободными радикалами, адсорбирующими влагу, связывающими вещества аромата и другие компоненты.

С целью глубокого изучения происходящих процессов при сублимационной сушке были подвергнуты все виды исследуемых грибов. На основании полученных данных были построены рисунки. На рисунке 6.24 представлен график взаимосвязи температуры плодового тела шампиньона со временем сушки.

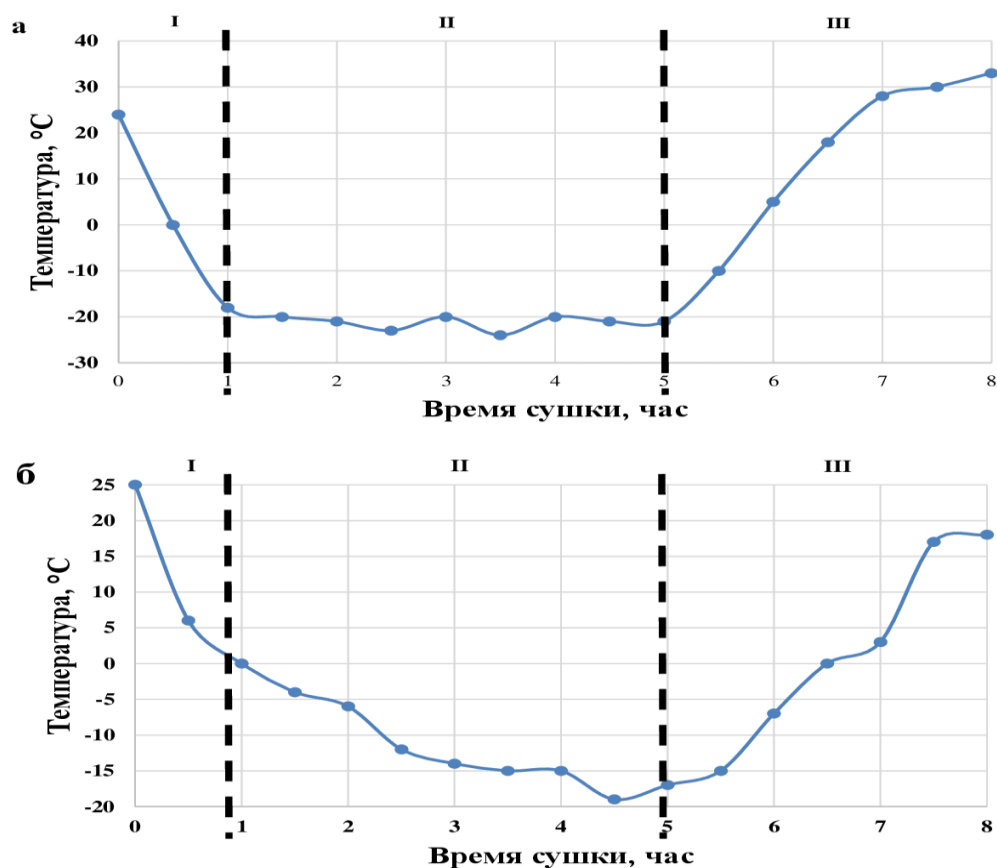


Рисунок 6.24 – Зависимость времени сушки от температуры продукта:

а) на поверхности плодового тела; б) в центре плодового тела

Весь процесс сушки разбит на три этапа. Первый этап – замораживание характеризуется резким снижением температуры продукта, что отчетливо прослеживается на рисунке 6.24 а.

На втором этапе наблюдалось дальнейшее снижение температуры продукта. На поверхности образца уже через два часа после начала процесса сушки установилась оптимальная температура в диапазоне от -20 до -30 °С. В то же время, в центре продукта температура продолжала снижаться, достигая необходимого значения лишь спустя пять часов от начала сушки [110], что наглядно демонстрирует второй рисунок 6.24 б). Следовательно, оптимальная продолжительность сублимации составила 4,5 часа. Затем на третьем этапе происходило досушивание продукта путем энергоподвода, этот процесс характеризуется постепенным повышением температуры продукта.

На рисунке 6.25 приведена зависимость относительной массы плодового тела шампиньона от времени сушки.

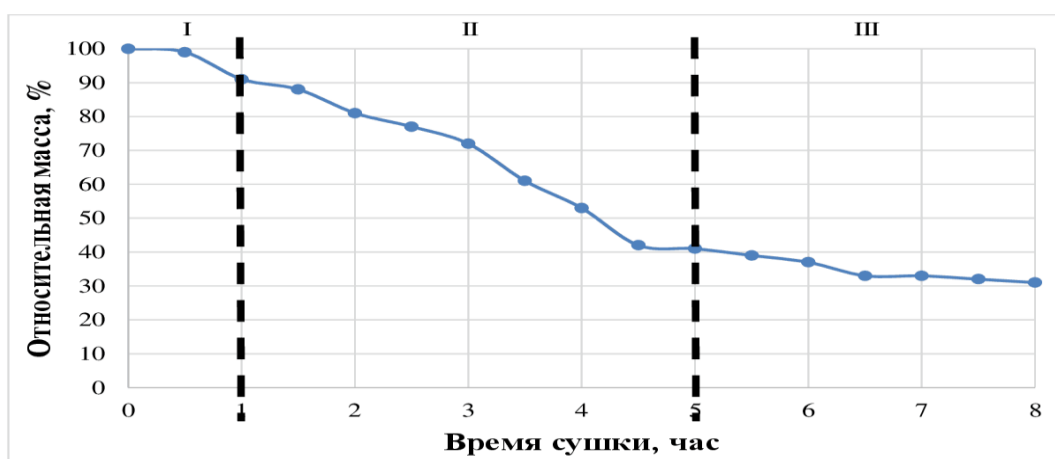


Рисунок 6.25 – Зависимость относительной массы плодового тела шампиньона от времени сушки

Анализ рисунка 6.25 показывает стабильность массы шампиньонов в период заморозки. Наибольшее сокращение массы произошло на втором этапе сушки, когда было удалено около 58% первоначальной массы продукта. Оставшаяся влага была устранена на стадии досушивания. Заметное замедление скорости сушки после 6,5 часов указывает на почти полное обезвоживание грибов. На основании представленных данных можно заключить, что оптимальная продолжительность сушки этим методом составляет 7–8 часов. В результате конечный вес высушенных шампиньонов составил 30,2% от их исходной массы.

На рисунке 6.26 и 6.27 изображены кривые температур в камере сушки и в испарителе.

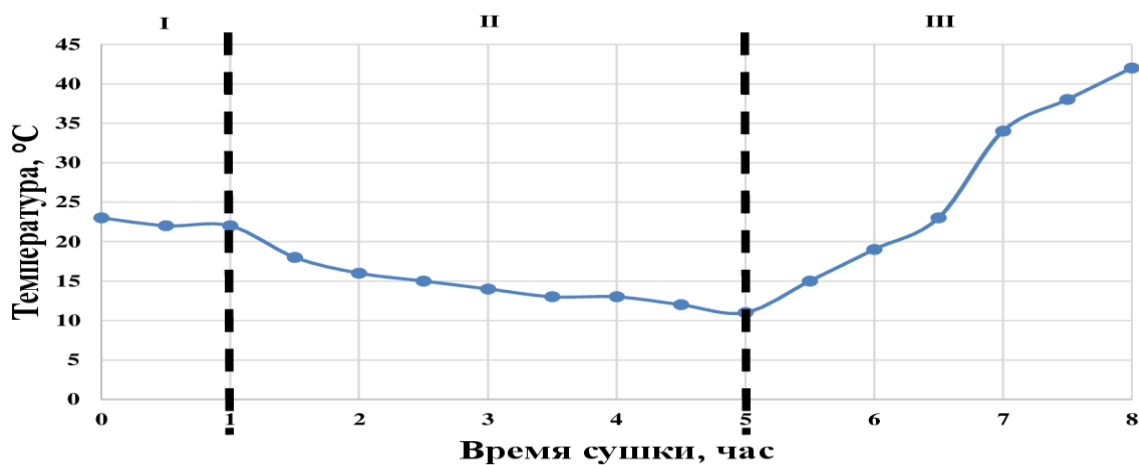


Рисунок 6.26 – Изменения температуры в камере во время сушки

Рисунок 6.26 показывает, что температура в камере на I этапе почти не изменяется, а на протяжении всего процесса не опускается ниже 10 °C, это объясняется снижением конвективной составляющей теплообмена в вакууме.

Температура испарителя при этом понижается до минус 36 °C (Рисунок 6.27).

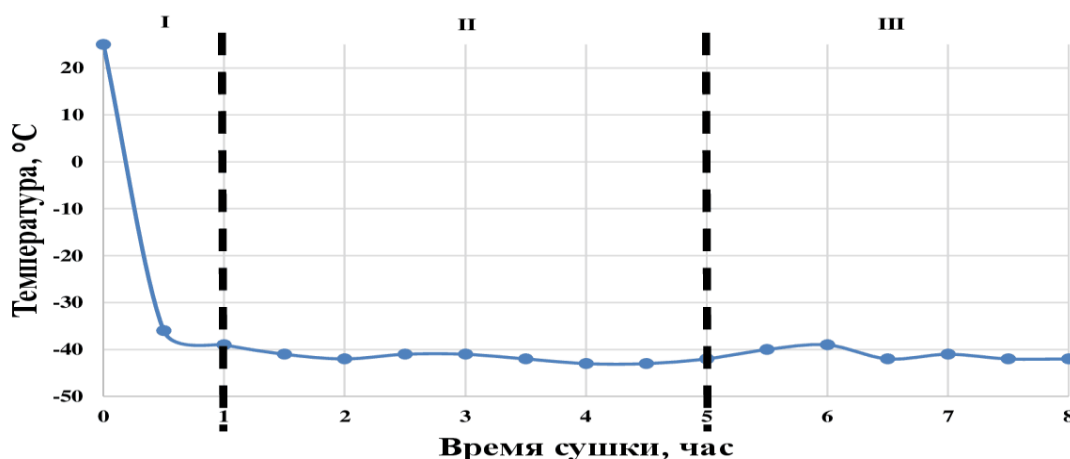


Рисунок 6.27 – Изменение температуры испарителя от времени сушки

На этапе сублимации ближе к 2 часам после начала сушки процесс приобретает стационарный характер, и температура в испарителе держится на уровне минус 41÷43 °C. В камере же за счет сублимации льда температура

постепенно снижается до 12 °С (Рисунок 6.26). После включения подогрева (время сушки 5 часов) кривая сушки резко пошла вверх. Скачок температуры виден и на рисунке 6.27, однако за счет системы автоматического поддержания заданного температурного режима в испаритель начинает поступать больше хладагента, и температура выравнивается.

После 8 часов процесса сушки температура в камере достигла 42 °С, соответственно, при поддержании давления в диапазоне от 15 до 25 Па, температура испарителя должна быть в пределах от минус 44 до минус 40 °С. Продолжительность этапов заморозки и сублимации в сумме не должна превышать 5 часов, а общее время сушки должно составлять приблизительно 8 часов. На этапе сублимации важно, чтобы температура поверхности продукта находилась в границах от минус 30 до минус 20 °С. Процесс сушки следует завершить, когда температура внутри камеры превысит 40 °С, и в этот момент температура поверхности продукта достигнет значения 30 ± 5 °С.

Оптимизированный процесс лиофилизации гарантирует более глубокое удаление влаги на этапе предварительной замораживания, сбалансированный отвод паров из продукции благодаря применению более щадящего температурного режима при сублимации и однородное завершение сушки продукта. Естественно, продолжительность лиофильной сушки может изменяться в зависимости от температуры и толщины замороженного слоя, вакуума в камере и физико-химических характеристик высушиваемого вещества.

На основании проведенных экспериментальных исследований была разработана математическая модель процесса сублимационной сушки грибного материала (*Приложение И*), положенная в основу автоматизированной системы управления сублимационной сушкой (*Приложение К*).

Для объективной оценки качества конечного продукта в различном виде были разработаны соответствующие балльные шкалы (Рисунки 6.28–6.29).

Дана комплексная балльная оценка органолептических показателей качества культивируемых грибов, высушенных сублимационной сушкой (Таблица 6.6).

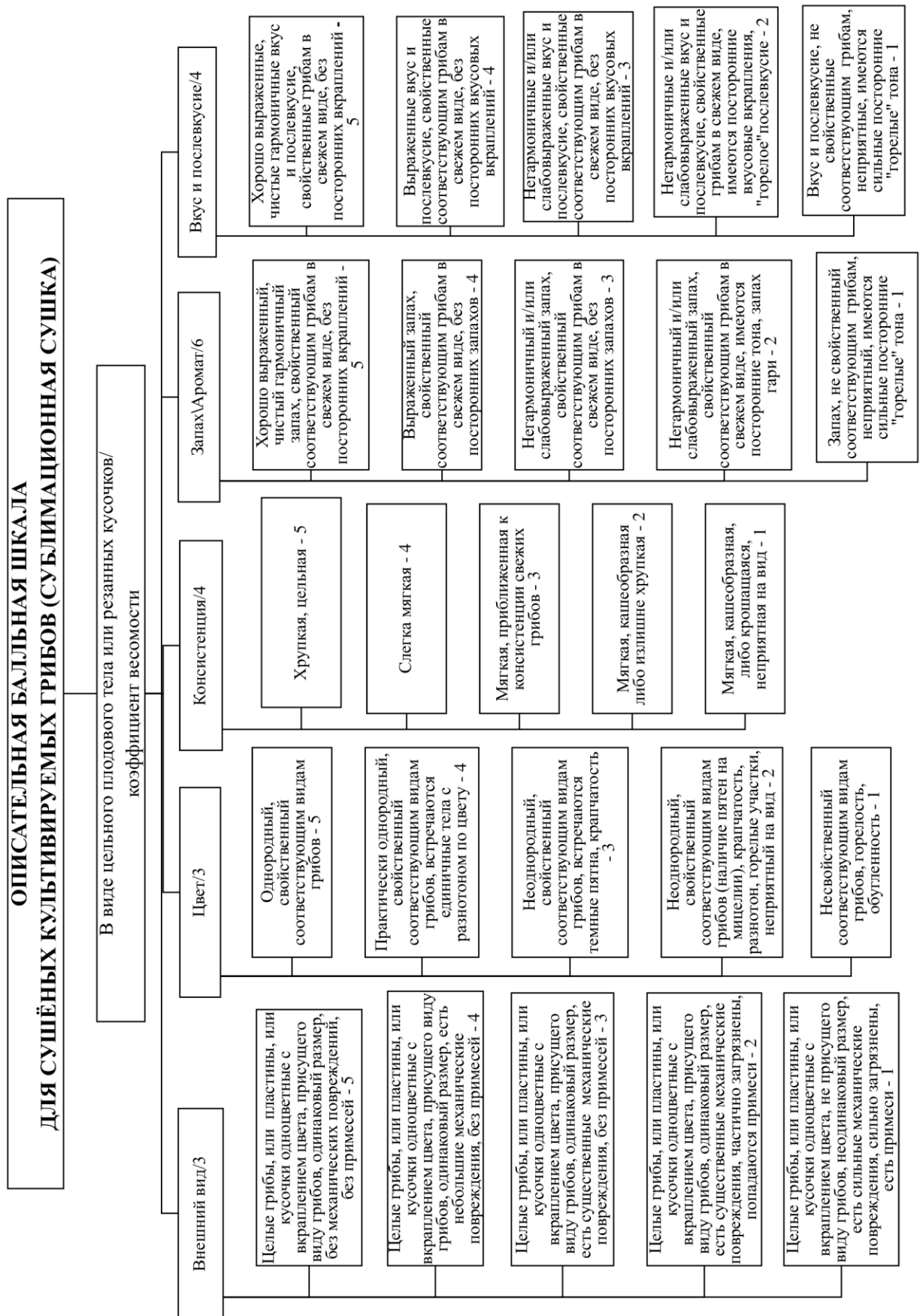


Рисунок 6.28 – Комплексная описательная балльная шкала оценки качества сушеных культивируемых грибов сублимационной сушкой

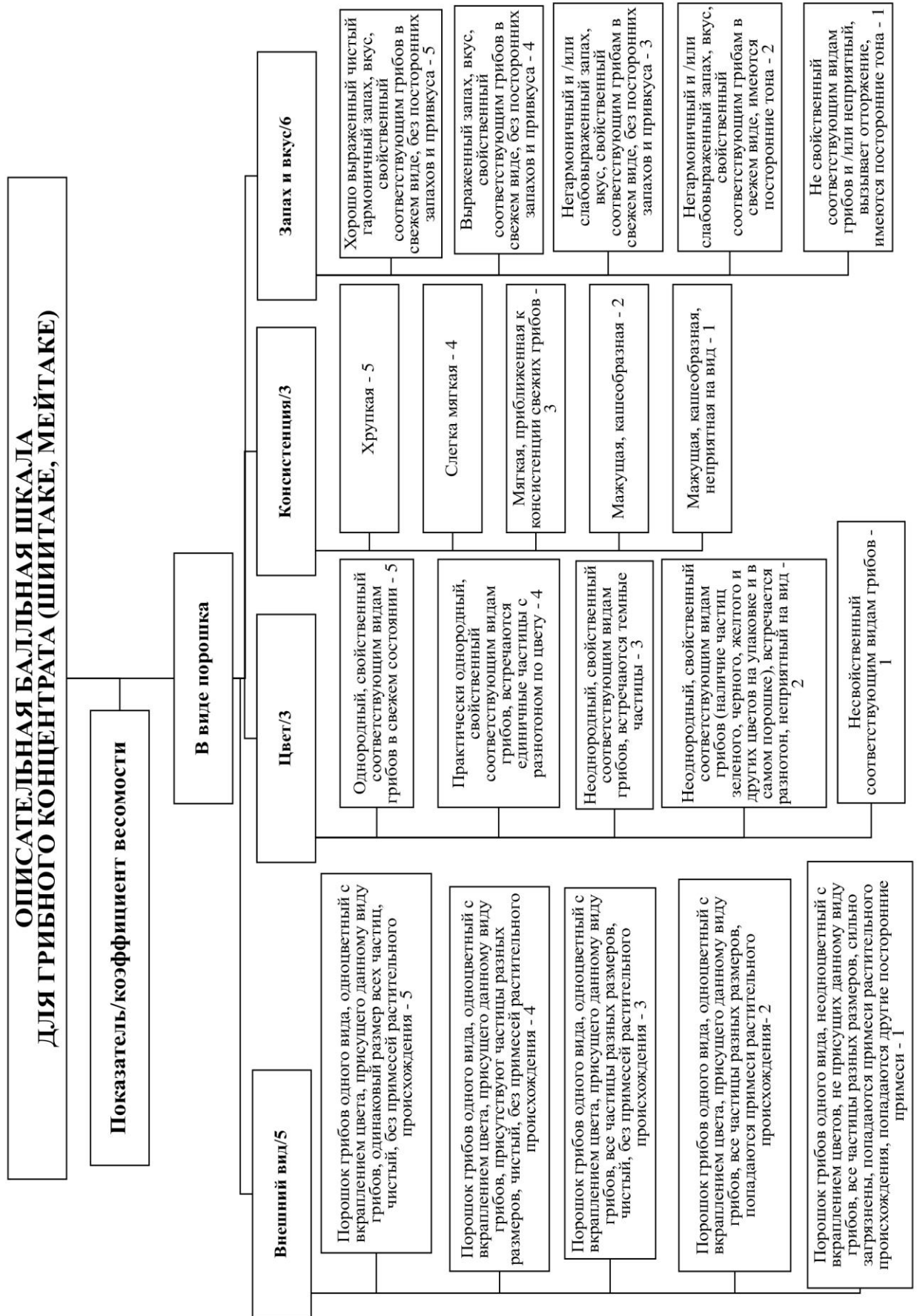


Рисунок 6.29 – Комплексная описательная балльная шкала оценки качества сушеного грибного концентрата в виде порошка сублимационной сушкой

Таблица 6.6 – Комплексная балльная оценка органолептических показателей качества культивируемых грибов, высушенных сублимационной сушкой

Органолептический показатель	Культивируемые грибы	
	Сублимационная сушка	
	Конечный продукт – кусочки (в соответствии с рисунком 6.28)	Конечный продукт – порошок (в соответствии с рисунком 6.29)
Шиитакэ		
Внешний вид	4,99	4,87
Цвет	4,99	4,59
Консистенция	4,99	4,98
Запах/Аромат	4,98	4,97
Вкус и послевкусие	4,98	4,99
Мейтакэ		
Внешний вид	4,99	4,88
Цвет	4,97	4,91
Консистенция	4,96	4,96
Запах/Аромат	4,95	4,92
Вкус и послевкусие	4,96	4,96
Вешенка		
Внешний вид	4,89	4,88
Цвет	4,89	4,80
Консистенция	4,78	4,69
Запах/Аромат	4,87	4,82
Вкус и послевкусие	4,88	4,89
Шампиньон		
Внешний вид	4,75	4,68
Цвет	4,59	4,83
Консистенция	4,58	4,58
Запах/Аромат	4,78	4,65
Вкус и послевкусие	4,58	4,55
Кольцевик		
Внешний вид	4,67	4,61
Цвет	4,94	4,84
Консистенция	4,94	4,93
Запах/Аромат	4,58	4,46
Вкус и послевкусие	4,93	4,94
Опенок (летний и зимний)		
Внешний вид	4,58	4,23
Цвет	4,57	4,01
Консистенция	4,56	4,56
Запах/Аромат	4,55	4,44
Вкус и послевкусие	4,56	4,56

Оценка органолептических показателей исследуемых видов сушеных грибов при сублимационной сушке показала, что по сравнению с теневой и тепловой сушками выход стандартной продукции выше.

Наилучшее качество сублимированного конечного продукта, как в виде кусочков, так и в виде порошка по всем органолептическим показателям присуще грибам шиитаке и мейтаке. Это самый высокий результат среди всех исследуемых грибов. Как уже ранее отмечалось в диссертационной работе, грибы шиитаке и мейтаке отличаются ценными лекарственными свойствами и сохранение их потребительских свойств важная товароведно-технологическая задача. Немного ниже были оценены органолептические показатели у вешенки и шампиньона. Наименьше количество баллов получили такие виды грибов как кольцевик и опята летние и зимние.

Для дальнейшего исследования по физико-химическим показателям были взяты образцы следующих грибных продуктов: сублимированный порошкообразный шиитаке (*Lentinula edodes*), сублимированный порошкообразный мейтаке (*Grifola frondosa*) и цельное плодовое тело шампиньона (*Agaricus bisporus*) коричневой расы, предварительно подвергнутое сублимационной сушке. Выбор порошков шиитаке и мейтаке обоснован их лекарственными свойствами, которые важно сохранить не только в процессе переработки, но и при длительном хранении, а качественное хранение цельного плодового тела шампиньона обосновано его широким ассортиментным предложением, высоким потребительским спросом и гибкой ценовой политикой.

Качество выбранных грибных продуктов определялось по комплексу физико-химических показателей: содержание полисахаридов (полисахариды грибов обладают противоопухолевым, антиоксидантным, противовирусным, гипогликемическим и иммуномодулирующими эффектами); белки, заменимые и незаменимые аминокислоты; содержание влаги, цвета, веществ аромата. Динамика заменимых и незаменимых аминокислот рассматривалась на примере аспарагина и треонина. Анализ трансформаций аспарагина и треонина в процессе сушки грибов представляет значительный научный интерес, поскольку обе эти

аминокислоты играют ключевую роль в метаболизме грибных организмов. Изучение динамики содержания аспарагина и треонина в условиях сушки позволяет глубже осмыслить воздействие данного технологического процесса на общий аминокислотный профиль грибов и установить характерные особенности этих изменений

В таблице 6.7 представлены результаты исследования химических показателей в исследуемых грибных продуктах до и после сублимационной сушки.

Таблица 6.7 – Изменение содержания углеводов, белков и кислот в сублимированных грибных продуктах

Показатели до сублимационной сушки				
Грибной продукт	мг/100 г сухой массы		% /100 г сухой массы	
	Полисахариды бета-глюканы	белки	аспарагин	треонин
Шампиньон	28±0,054	32±0,043	2,692±0,011	2,105±0,013
Шиитаке	76±0,037	17±0,024	1,412±0,012	5,842±0,006
Мейтаке	55±0,047	27±0,033	1,694±0,009	4,199±0,014
Показатели после сублимационной сушки				
Шампиньон (цельное плодовое тело)	21±0,28	31±0,29	2,387±0,04	1,926±0,07
Шиитаке (порошок)	74±0,39	16±0,21	1,280±0,02	5,632±0,06
Мейтаке (порошок)	54±0,35	22±0,22	1,491±0,03	4,051±0,05

При сушке плодового тела шампиньона установлено, что потери полисахаридов (бета-глюканов) составили 25 %. Данный показатель для порошков шиитаке и мейтаке составляет 2,6 % и 1,8 % соответственно.

При сублимации снизилось 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.

Изменения содержания влаги, цвета (по оптической плотности), а также суммы ароматических веществ представлены в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Изменение содержания влаги, цветности и ароматических веществ в сублимированных грибных продуктах

Показатели до сублимационной сушки			
Грибной продукт	Влажность, %	Оптическая плотность (цвет), Б	Сумма ароматических веществ, % к исходному
Шампиньон	88,1±0,43	0,389±0,005	исходное - 100
Шиитаке	76,4±0,41	0,175±0,004	исходное - 100
Мейтаке	73,8±0,40	0,173±0,004	исходное - 100
Показатели после сублимационной сушки			
Шампиньон (цельное плодовое тело)	3,5±0,04	0,412±0,007	88,1±0,43
Шиитаке (порошок)	4,3±0,06	0,201±0,036	99,5±0,55
Мейтаке (порошок)	4,1±0,05	0,199±0,021	98,4±0,54

По результатам изменения содержания влажности грибов до и после сублимационной сушки можно сказать о зависимости испарения влаги от разновидности гриба. Наибольшая отдача влаги плодовым телом от исходного содержания прослеживается у шампиньона.

Изменение оптической плотности, характеризующее цвет продукта, выше у порошков, чем у цельного плодового тела.

Происходит снижение суммы ароматических веществ, так как у компонентов, неустойчивых к воздействию кислорода изменения более очевидны. Рассматриваемый показатель содержания ароматических веществ наиболее снизился у шампиньона на 12,9 %.

В связи с полученными результатами лабораторных исследований целесообразно было изучить изменения суммы ароматических веществ и выявить допустимый порог длительности хранения грибных продуктов. Для этого нами было проведено длительное хранение (в течение 24 месяцев) сублимированных грибных продуктов в разной упаковке и разной окружающей среде (помещенных в разнообразную по составу окружающую среду) с целью установления качественных сроков хранения. Для упаковки исследуемых видов образцов

использовались стеклянные емкости [174] и пакеты из многослойных полимерных материалов, изготовленных на основе алюминиевой фольги.

Образцы хранились при температуре окружающей среды: плюс 20 °С, плюс 5 °С, минус 18 °С.

Рисунок 6.30 показывает динамику общей концентрации ароматических соединений в лиофилизированном порошке шиитаке, который хранился 24 месяца при различных температурах, упакованном в полимерную пленку и стеклянную тару.

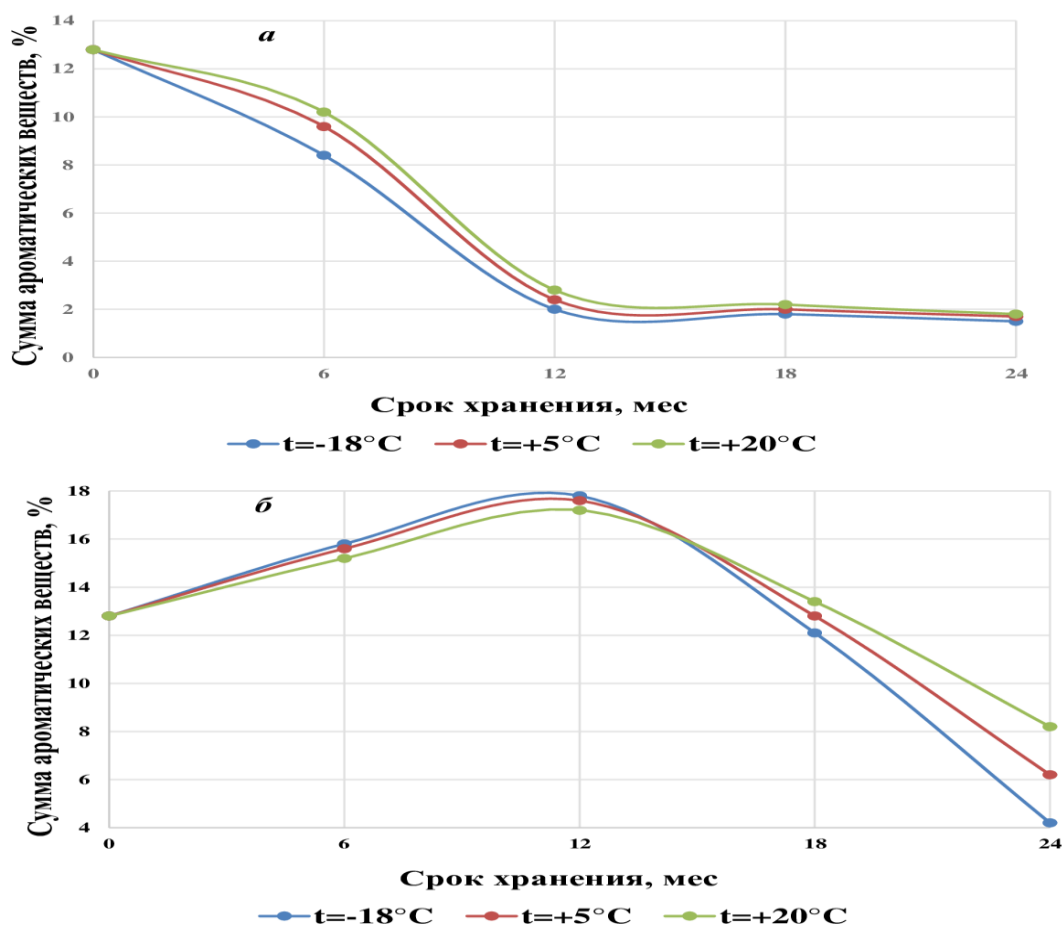


Рисунок 6.30 – Динамика суммы ароматических веществ сублимированного порошка шиитаке:

а – при хранении в полимерной пленке; *б* – при хранении в стеклянной емкости

Несмотря на увеличение содержания названных соединений, органолептическая оценка порошков лечебных грибов была близкой к исходной, так как при возрастании суммы ароматических веществ 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 содержания ароматических веществ, т. е. возросла их сумма. Подобное явление отмечалось нами ранее при хранении продуктов сублимационной сушки. Указанные вещества могут образовываться в продукте за счет процессов синтеза, с одной стороны, и распада – с другой.

Одним из доказательств этого является отсутствие образования новых веществ и уменьшение содержания ароматических веществ в продуктах, хранившихся при температуре минус 18 °С, вторым доказательством – большее увеличение ароматических веществ в продуктах, хранившихся при температуре 20 °С, по сравнению с продуктами, которые хранились при температуре 5° С.

По сравнению с исходным содержанием, 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 исследуемых температурах хранения.

После хранения в течение 24-х месяцев сумма ароматических веществ во всех образцах заметно уменьшилась. Однако сумма ароматических веществ в образцах, упакованных в стеклянные емкости, значительно выше. Потери ароматических веществ продукта, хранившегося в стеклянных емкостях, после 12 месяцев хранения, можно объяснить диффузией их в газовое пространство тары.

Условия хранения (температура и упаковка) оказали большее влияние на образцы, упакованные в стеклянные емкости. В образцах, хранившихся при всех температурных режимах хранения, прослеживается увеличение суммы ароматических веществ до 12 месяцев хранения, а при температурах 5 °С и 20 °С к 24-ому месяцу хранения изменения в содержании ароматических веществ происходили в меньшей степени по сравнению с температурным режимом минус 18 °С.

Сохраняемость характерного аромата в обезвоженных продуктах зависит в значительной мере от специфических особенностей сырья и интенсивности его аромата, возможно, от наличия естественных стабилизаторов и более высокой

энергии адсорбции летучих компонентов каркасом продукта. К таким стабилизаторам можно отнести и витамин С. Для определения лучшей сохраняемости витамина С в сублимированных грибных продуктах хранение опытных грибов осуществлялось в различной по составу окружающей среде внутри тары: воздух, азот [149], вакуум.

Для сравнительной характеристики сохранности витамина С в зависимости от вида (цельное плодовое тело и порошок) исследовались шампиньоны и шиитакэ. На рисунке 6.31 представлены изменения содержания витамина С в шампиньоне после сублимационной сушки при хранении в вакууме, в азоте и в воздухе.

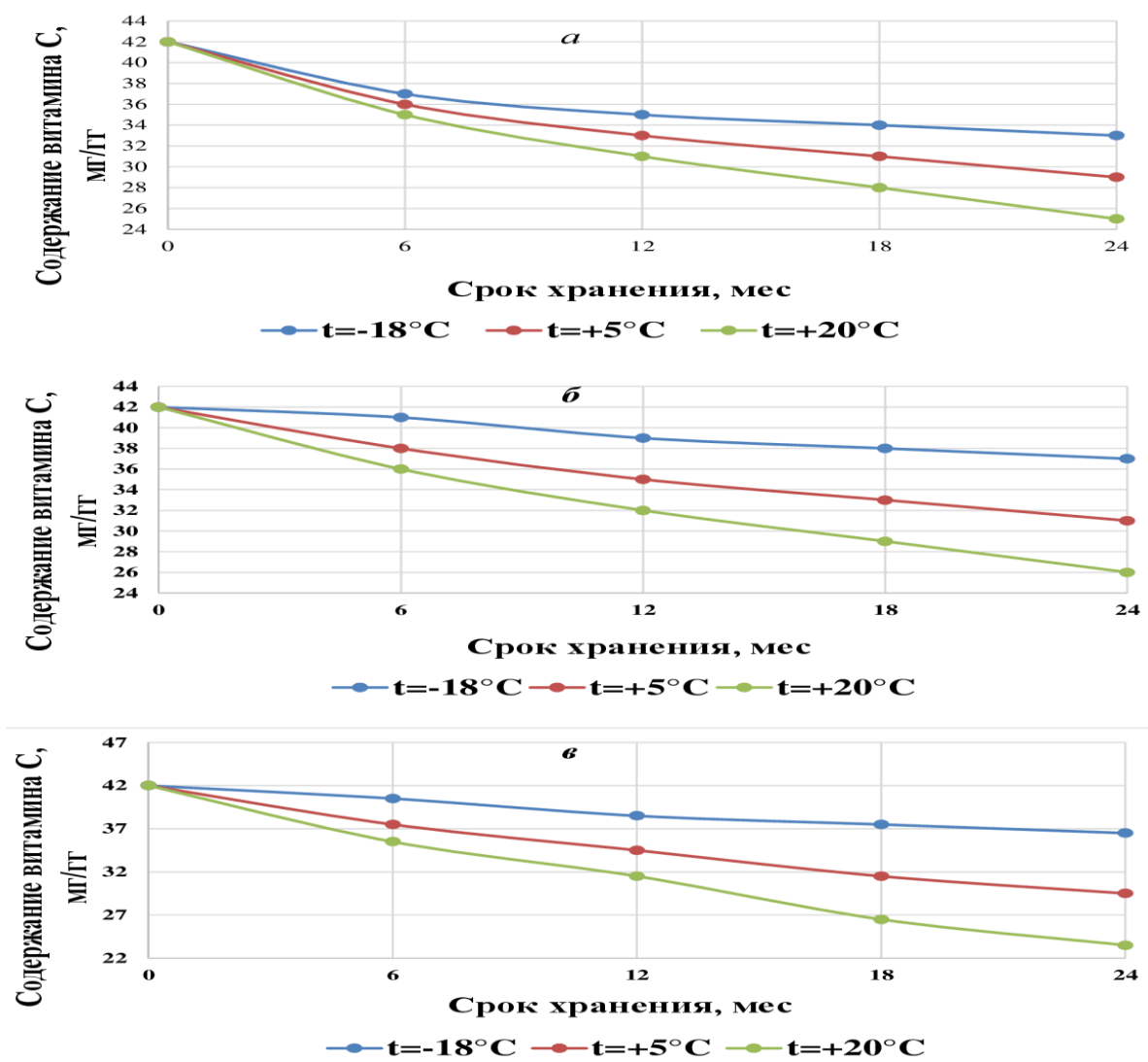


Рисунок 6.31 – Изменение содержания витамина С в шампиньоне после сублимационной сушки при хранении:
а – в вакууме; б – в азоте; в – в воздухе

Наименьшие потери содержания витамина С в цельном плодовом теле сублимированных шампиньонов наблюдались при хранении образцов в атмосфере азота при всех температурных режимах. Наихудшие результаты показали образцы, которые хранились при температурах минус 18 °С и плюс 5 °С в атмосфере вакуума, возможно это следствие высокой спрессованности цельного плодового тела шампиньона. В атмосфере воздуха образец шампиньона, хранившийся при температуре плюс 20 °С имел наибольшие потери витамина С в процессе хранения.

В образцах порошка сублимированного шиитаке, хранившихся при всех температурных режимах, наблюдались наименьшие потери витамина С в условиях вакуума (Рисунок 6.32).

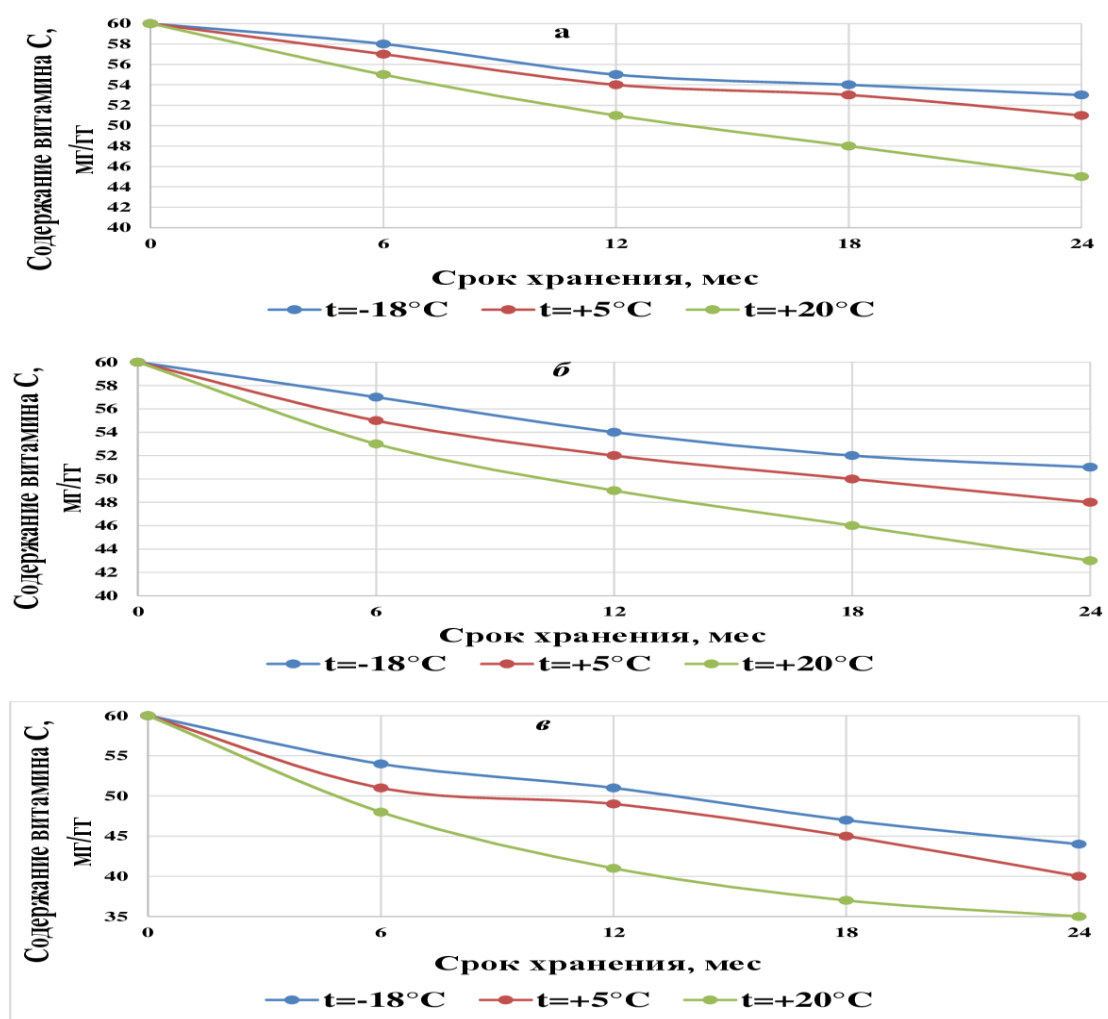


Рисунок 6.32 – Изменение содержания витамина С в порошке шиитаке после сублимационной сушки при хранении:
а – в вакууме; б – в азоте; в – в воздухе

Результаты исследования сохранности витамина С при хранении в разных атмосферных условиях в таре (воздух, вакуум, азот) показали, что выбор окружающей среды играет существенное влияние на сохраняемость грибных сублимационных продуктов.

Наихудшие результаты сохранности витамина С наблюдались при хранении опытных образцов шиитаке в условиях воздуха. Содержание витамина С в порошках, хранившихся в условиях воздуха по сравнению с образцами, которые хранились в вакууме, снизилось при температурах плюс 5 °С и плюс 20 °С на 22 %, а при температуре минус 18 °С – на 16 %.

Следует отметить, что порошки лечебных грибов, упакованные под вакуумом в полимерные пакеты, очень спрессованы, в связи с чем в значительной мере снижается их лиофильность и увеличивается продолжительность восстановления, например, для порошка шиитаке она составляет 18 минут вместо 4 минут при использовании другой упаковки (стеклянной емкости).

После хранения во всех образцах отмечено стабильное содержание влаги, незначительные изменения в содержании белков, сахаров, но значительные количественные изменения наблюдались в содержании веществ, обуславливающих аромат.

Содержание витамина С снизилось в них до 40 %. Наблюдалось уменьшение содержания красящих веществ, изменение оптической плотности спиртовых вытяжек, характеризующих цвет продукта.

Выводы по главе 6

Разработаны комплексные описательные балльные шкалы для оценки органолептических показателей качества сушеных культивируемых грибов, полученных методами теневой, тепловой и сублимационной сушки.

Выявлено воздействие различных способов обезвоживания на органолептические свойства грибов. Определено, что при теневой сушке свежих грибов лучшим показателем качества являлся аромат, однако этот метод имеет

существенные недостатки. Сезонность этого способа сушки не позволяет обеспечить круглогодичное производство.

Установлено, что изменение белкового состава свежих и высушенных грибов при различных режимах сушки происходит неравномерно. При сушке при 75 и 100 °С растворимость белков повышена по сравнению со свежими образцами, а при температуре высушивания 50 °С потери белка почти вдвое меньше, чем при сушке в тени. Определено, что оптимальный температурный режим тепловой сушки зависит от вида исследуемых грибов и их изначальной влажности. Для высушивания исследуемых образцов грибов рекомендована температура сушки при 50 ± 3 °С.

Исследовано содержание азотистых веществ в сушеных грибах, наблюдается небольшое уменьшение общего количества азота. В шампиньонах потеря общего азота достигает 4,9 %, в вешенке – 4,5 %. Эта закономерность прослеживается и у других культивируемых видов грибов.

Установлено, что высушивание незначительно снижает концентрацию суммарного белка в исследуемых грибах. Одновременно с этим, отмечается повышение растворимости белковых веществ в образцах, что связано с увеличением долей альбуминов и глобулинов. При этом несколько снижается содержание фракций проламинов и глютелинов. Анализ аминокислотного профиля грибов в процессе сушки выявил незначительные количественные изменения – в вешенках концентрация аминокислот меняется на 5,8 %, а в шампиньонах – на 8,0 %.

Установлено, что независимо от вида сушеных грибов в них отмечается уменьшение массовой доли редуцирующих сахаров, что объясняется их частичным связыванием при меланоидинообразовании. Исследовано содержание клетчатки: массовая доля клетчатки увеличивается во всех видах исследуемых культивируемых грибов по сравнению со свежими.

Предложена оптимизация аппаратурной схемы сублимационной сушки грибов путем одномоментного введения на линию резательной машины и мельницы, что позволяет производить как цельную и резаную грибную

продукцию, так и получать мелкодисперсные грибные порошки для дальнейшего их использования в рецептуре грибных смесей.

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.

Рекомендована сублимационная сушка для порошков лечебных грибов, поскольку она наиболее полно сохраняет их химические, биологические и лечебно-профилактические свойства. Эти результаты использованы при обсуждении начальных условий процесса сушки свежих грибов и грибного сырья при проектировании автоматизированной товароведной базы данных.

Разработаны и внедрены комплекты технической документации на промышленном предприятии Донецкого региона ООО «Агрофирма «Кутейниковский агропродукт»: ТУ «Грибы сушеные (опенок зимний, опенок летний)» и ТИ по производству; ТУ «Грибы сушеные (вешенка, шиитаке) и их композиции» и ТИ по производству (*Приложение Т*).

Получен патент на полезную модель UA № 107037 «Способ приготовления грибных чипсов».

Внедрен на ООО «Великоновоселковский консервный завод» авторский инновационный органический сушеный грибной продукт «Грибные чипсы «ГрибЧи», произведенный на основе запатентованной разработки UA № 107037.

Подготовлены на перерабатывающем предприятии ООО «Пролив» экспериментальные партии рыбных консервов с использованием в новом рецептурном составе продуктов грибоводства: «Пеленгас (кефаль) обжаренный в томатном соусе с грибами», предложенный способ позволил снизить резкий рыбный запах за счет введения в рецептуру грибного сырья (*Приложение У*) и «Рубленые рыбные тефтели с грибным сырьем», предложенный способ обогатил рыбное сырье повышенным содержанием биологически активных веществ вешенки (*Приложение У*).

ГЛАВА 7 РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР ГРИБНЫХ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ

Изучение возможности использования сушеных грибов в порошкообразном состоянии обусловлено следующими причинами:

1. **Оптимальное усвоение:** грибной порошок способствует более эффективному всасыванию полезных веществ в человеческом теле.
2. **Простота и скорость:** отсутствие необходимости предварительного замачивания значительно сокращает время подготовки к использованию.
3. **Сокращение времени тепловой обработки:** время приготовления блюд значительно сокращается.
4. **Удобство транспортировки и хранения:** облегчается транспортировка и хранение грибных продуктов.
5. **Преимущества:** транспортировка и хранение грибных порошков обладают рядом преимуществ:

Во-первых, значительное уменьшение объема и веса, по сравнению со свежими грибами, существенно упрощает и удешевляет процесс транспортировки. Благодаря удалению влаги грибной порошок занимает меньше места, что позволяет перевозить большее количество продукта в одном транспортном средстве, снижая выбросы и затраты на топливо.

Во-вторых, срок годности грибного порошка значительно превышает срок годности свежих грибов. Правильно упакованный и хранящийся в сухом прохладном месте, порошок сохраняет свои вкусовые и пищевые свойства в течение нескольких месяцев, а иногда и лет. Это делает его идеальным решением для предприятий пищевой промышленности и домашнего использования, позволяя запасаться ценным ингредиентом без риска порчи.

В-третьих, устойчивость к микробиологической порче у грибных порошков также выше, чем у свежих грибов.

Уменьшение содержания влаги препятствует развитию бактерий и плесени, что снижает риск пищевых отравлений и продлевает срок хранения продукта. Это

особенно важно для отдаленных регионов или местностей с ограниченным доступом к свежим продуктам.

В-четвертых, удобство и универсальность использования грибных порошков делают их привлекательным продуктом для многих потребителей. Порошок легко добавляется в супы, соусы, маринады и другие блюда, придавая им насыщенный грибной вкус и аромат. Он быстро растворяется и не требует предварительной подготовки, что экономит время и упрощает процесс приготовления пищи

6. Грибные порошки могут использоваться как самостоятельный продукт, так и в качестве ингредиента для различных кулинарных блюд.

Отсутствие грибных порошков в продаже в городе Донецке, при наличии спроса на консервированные продукты с измельченными грибами, указывает на потенциальную нишу для разработки и внедрения грибных порошков на данном рынке. Дальнейшие исследования, направленные на оптимизацию процессов сушки и измельчения, а также на изучение потребительских предпочтений, могут способствовать успешному внедрению грибных порошков в ассортимент магазинов. Результаты проведенной работы позволят восполнить пробел в знаниях о данном виде продукции и разработать рекомендации по оценке качества грибных порошков [281].

В магазинах и интернет-площадках потребителю предоставлен большой выбор соусов с грибами, их количество заметно увеличилось за последнее время. Но, изучив данные на упаковках этих товаров, выяснилось, что зачастую не сообщается, какие именно грибы были использованы при производстве. Это затрудняет оценку потребительских свойств и пищевой ценности продукта.

В данной диссертационной работе поставлена задача, направленная на решение актуальной проблемы – разработку доступных и эффективных способов придания блюдам насыщенного грибного вкуса и аромата с использованием натуральных ингредиентов. Полученные результаты могут быть использованы как для разработки новых кулинарных продуктов в промышленном масштабе, так

и для улучшения качества блюд в сфере общественного питания Донецкой Народной Республики.

Для достижения цели были выполнены следующие ключевые этапы:

1. Отбор и подготовка исходных материалов – сушеных грибов различных видов.
2. Получение грибных порошков в лабораторных условиях с целью исследовать их потенциальные свойства.
3. Разработка натуральных композиций, включающих грибные порошки и дополнительные компоненты, для достижения оптимального ароматического и вкусового баланса.
4. Оценка качества и ароматических характеристик разработанных композиций при их использовании в кулинарных блюдах.
5. Исследование экономической эффективности использования предложенных композиций для массового потребления.

Результаты работы позволили создать натуральные добавки, обладающие насыщенным грибным вкусом и ароматом, как часть линейки органической продукции или в качестве добавки к здоровому питанию и экологически чистым продуктам, что повышает качество и разнообразие блюд, снизит материальные затраты при их приготовлении и расширит возможности использования грибных порошков в пищевой промышленности.

Таким образом, возможности использования грибных порошков достаточно разнообразны и перспективны, так как они обладают высоким потенциалом для расширения ассортимента товаров и увеличения их спроса на современном рынке.

7.1 Изготовление грибных порошков и составление рецептур на их основе

Для проведения исследований использовали сушеные грибы 4 видов: шампиньоны, вешенки, мейтаке и шиитаке. Местом приобретения свежих грибов для переработки стала обычная розничная сеть в городе Донецке. Выбор вешенок и шампиньонов в качестве основных объектов исследования не был случайным.

Эти два вида грибов широко представлены на рынке: их можно найти как в розничных магазинах, так и в оптовых компаниях, а также заказать через интернет-магазины. Благодаря такой доступности они удобны в использовании как для приготовления пищи дома, так и в заведениях общественного питания или при промышленном производстве продуктов.

При определении предпочтительных весовых показателей разрабатываемых рецептов грибных композиций был использован регрессионный анализ, как метод математической статистики, позволивший построить математические модели, описывающие зависимость между откликом (количественным составом входящих в композицию компонентов) и регрессорами (качественным составом входящих в композицию компонентов) (*Приложение Л*).

Регрессорами в процессе математического моделирования выступали 5 показателей (независимые переменные):

x_1 – ароматические вещества,

x_2 – витамин С,

x_3 – полисахариды (бета-глюканы),

x_4 – белки,

x_5 – аминокислоты.

В процессе проведенного регрессионного анализа были получены системы математических уравнений для трех видов грибных композиций. Полученные значения весовых компонентов, предположительно входящие в порошки, позволят оптимизировать процесс составления данных композиций.

1 грибная композиция:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 100 \\ 3,1 \cdot x_1 + 0,5 \cdot x_2 + 0,97 \cdot x_3 + 0,88 \cdot x_4 + 1,4 \cdot x_5 = 149,25 \\ 1,6 \cdot x_1 + 1,2 \cdot x_2 + 2,7 \cdot x_3 + 1,33 \cdot x_4 + 0,9 \cdot x_5 = 155,71 \\ 3,04 \cdot x_1 + 2,3 \cdot x_2 + 1,85 \cdot x_3 + 2,7 \cdot x_4 + 1,1 \cdot x_5 = 214,28 \\ 2,4 \cdot x_1 + 1,98 \cdot x_2 + 1,05 \cdot x_3 + 1,32 \cdot x_4 + 0,07 \cdot x_5 = 133,35 \end{cases} \quad (7.1)$$

Определение весовых параметров для 1 грибной композиции, согласно составленной математической модели отражено в *Приложении М*.

Полученные значения весовых компонентов для 1 грибной композиции представлены на рисунке 7.1.

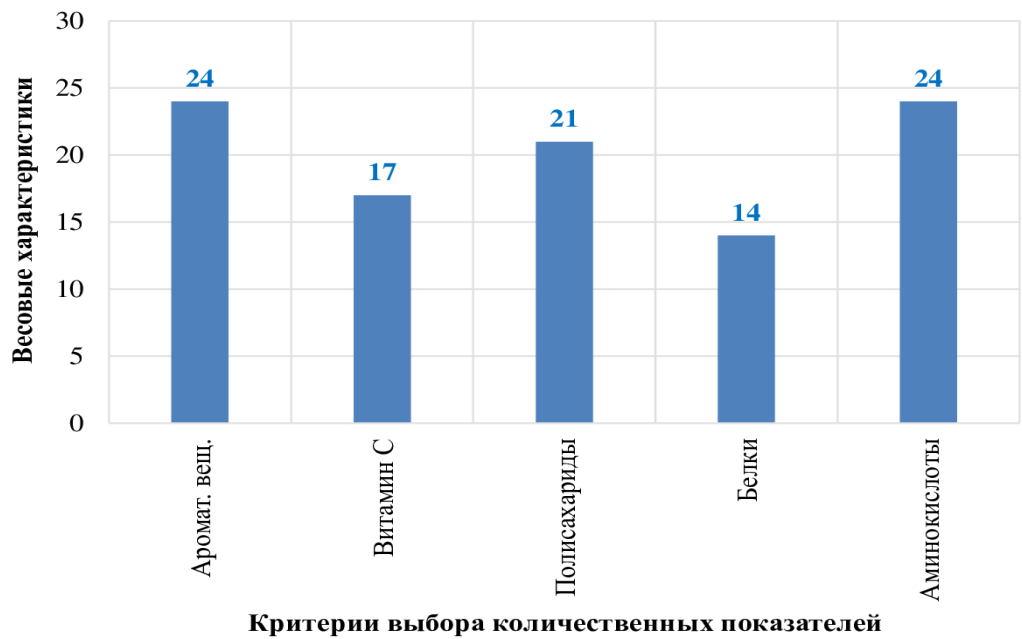


Рисунок 7.1 – Полученные значения весовых компонентов для 1 грибной композиции (мг, гр, %)

2 грибная композиция:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 100 \\ 1,16 \cdot x_1 + 0,56 \cdot x_2 + 3,8 \cdot x_3 + 0,5 \cdot x_4 + 1,84 \cdot x_5 = 148,82 \\ 0,4 \cdot x_1 + 0,13 \cdot x_2 + 2,2 \cdot x_3 + 0,15 \cdot x_4 + 1,05 \cdot x_5 = 72,12 \\ 1,7 \cdot x_1 + 0,55 \cdot x_2 + 3,1 \cdot x_3 + 1,1 \cdot x_4 + 0,77 \cdot x_5 = 150,15 \\ 1,28 \cdot x_1 + 1,19 \cdot x_2 + 1,36 \cdot x_3 + 0,47 \cdot x_4 + 1,13 \cdot x_5 = 105,68 \end{cases} \quad (7.2)$$

Полученные значения весовых компонентов, предположительно входящие в грибные порошки, позволят оптимизировать процесс составления данных композиций. Определение весовых параметров для 2 грибной композиции, согласно составленной математической модели отражено в *Приложении М*.

Полученные значения весовых компонентов для 2 грибной композиции представлены на рисунке 7.2.



Рисунок 7.2 – Полученные значения весовых компонентов для 2 грибной композиции (мг, гр, %)

3 грибная композиция:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 100 \\ 1,34 \cdot x_1 + 3,2 \cdot x_2 + 2,14 \cdot x_3 + 0,57 \cdot x_4 + 0,03 \cdot x_5 = 149,25 \\ 2,2 \cdot x_1 + 1,8 \cdot x_2 + 1,6 \cdot x_3 + 0,99 \cdot x_4 + 0,11 \cdot x_5 = 130 \\ 3,5 \cdot x_1 + 2,1 \cdot x_2 + 2,7 \cdot x_3 + 2,3 \cdot x_4 + 0,04 \cdot x_5 = 197,7 \\ 2,6 \cdot x_1 + 1,6 \cdot x_2 + 2,9 \cdot x_3 + 2,1 \cdot x_4 + 0,02 \cdot x_5 = 167,8 \end{cases} \quad (7.3)$$

Определение весовых параметров для 3 грибной композиции, согласно составленной математической модели отражено в *Приложении М*.

Полученные значения весовых компонентов для 3 грибной композиции представлены на рисунке 7.3.

Для оценки вкусовых свойств и аромата грибных порошков были организованы дегустации. В ходе этих мероприятий сначала определялись

характеристики отдельных образцов: порошка вешенки, шампиньона, шиитаке и мейтаке. После этого проводилась работа по подбору наиболее удачного сочетания этих порошков (определение оптимального соотношения компонентов на основе решения полученных математических систем уравнений) для создания будущих грибных композиций.

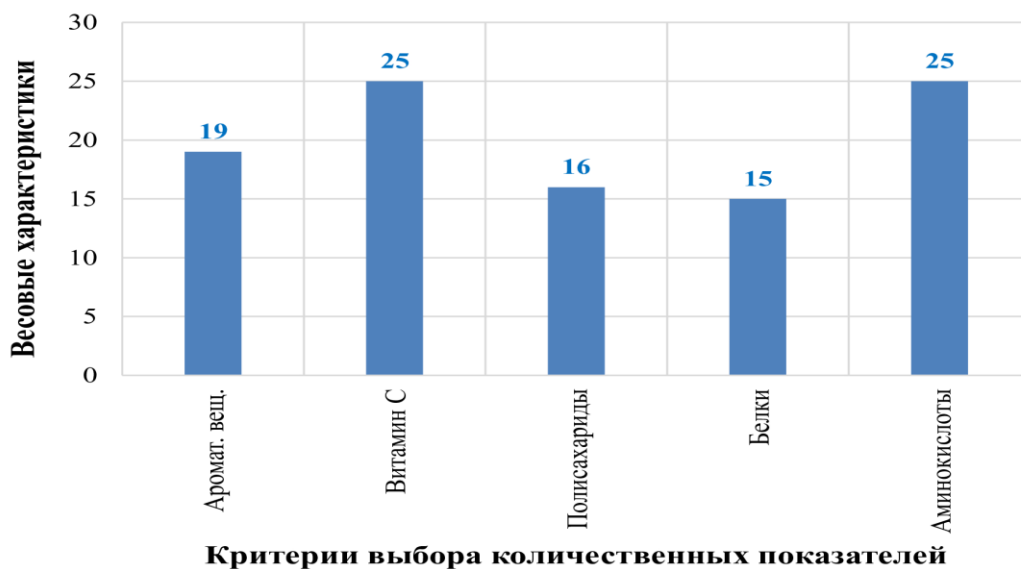


Рисунок 7.3 – Полученные значения весовых компонентов для 3 грибной композиции (мг, гр, %)

По описываемой методике, отраженной в работе С.М. Мухутдиновой «грибной порошок получали следующим образом: сушеные грибы измельчали в кофемолке до порошкообразного состояния, просеивали через сито с размером отверстий 1 мм. Частицы, не прошедшие через сито, повторно подвергали измельчению. Полученные индивидуальные порошки хранили в стеклянных банках с плотно притертой крышкой» [194, с. 122].

Для оценки грибных композиций по их органолептическим свойствам была разработана специальная 5-балльная шкала (Рисунок 7.4).

Для определения вкуса и аромата каждого грибного порошка производилась дегустация после приготовления напитка. Дегустация грибного порошка в форме напитка является предпочтительным методом оценки органолептических свойств по нескольким причинам.

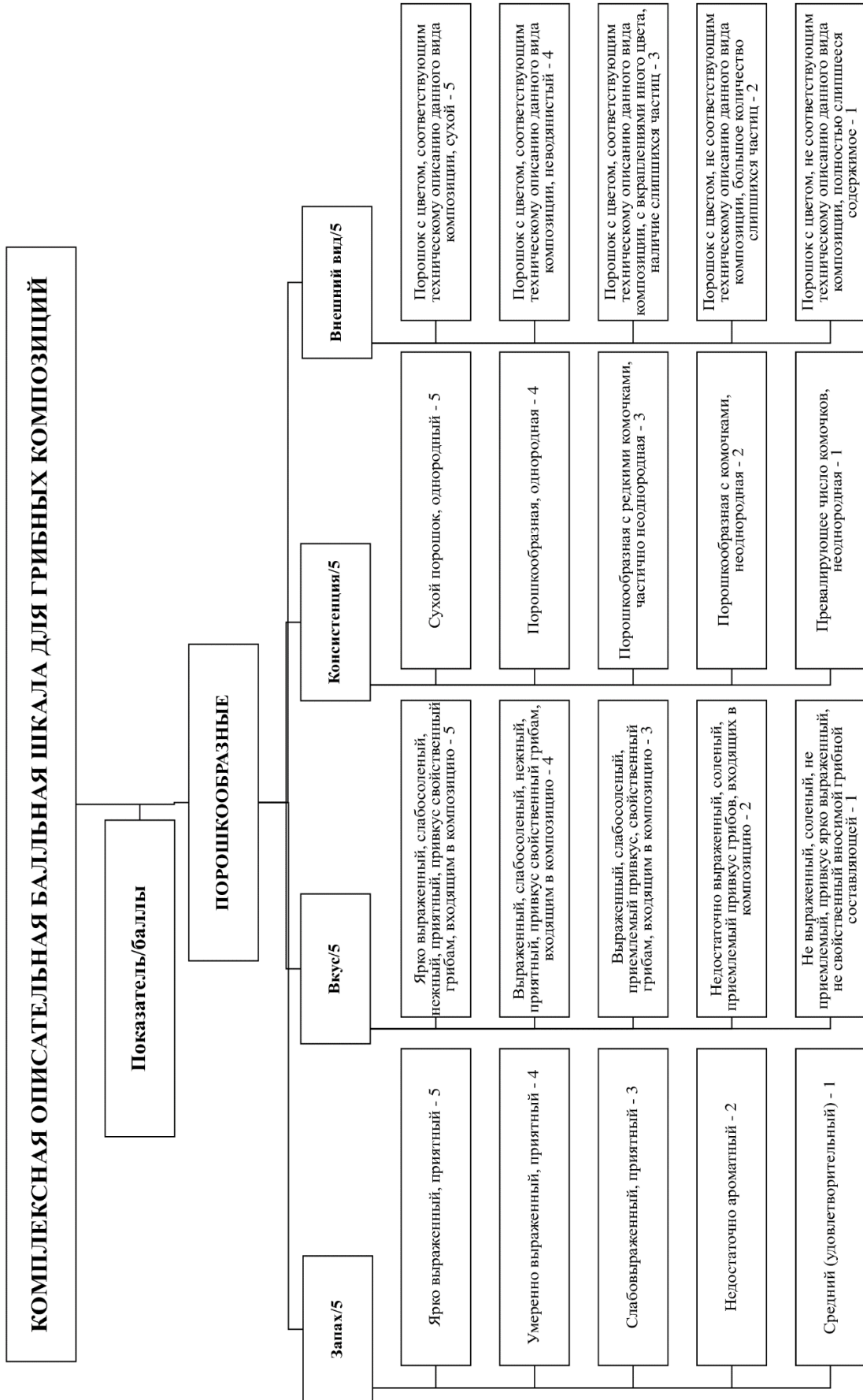


Рисунок 7.4 – Комплексная описательная балльная шкала оценки качества грибных композиций (порошкообразных)

Во-первых, порошок в чистом виде может быть слишком концентрированным и вызывать неадекватное восприятие вкуса и аромата. Интенсивность ощущений может быть настолько высокой, что затруднит выявление тонких нюансов и дескрипторов. Вторая причина заключается в том, что напиток более точно имитирует типичное использование грибного порошка в кулинарии.

Грибы часто применяются в качестве ингредиента для супов, соусов, бульонов или напитков, где их вкусовые и ароматические качества проявляются в сочетании с другими компонентами. Приготовление напитка позволяет оценить, как порошок раскрывает свой потенциал в водной среде и как его вкус и аромат взаимодействуют с температурой. Это способствует более полному и объективному анализу органолептических характеристик. В сухом порошке отдельные частицы могут иметь разную концентрацию вкусовых и ароматических соединений, что может привести к искажению восприятия.

Дегустация напитка позволяет оценить не только вкус и аромат, но и другие важные характеристики, такие как цвет, прозрачность и консистенция. Эти параметры также могут влиять на общее впечатление о продукте и его привлекательность для потребителя. Приготовление напитка из грибного порошка – это комплексный подход, позволяющий получить наиболее полную и объективную оценку его органолептических свойств. Перед этим этапом была выполнена подготовительная работа по выявлению рациональной пропорции порошка и воды для заваривания, позволяющей достичь ощущения наилучшего вкуса и запаха.

В качестве базового образца для экспериментов с грибными порошками использовался порошок шиитакэ, так как он обладает наиболее выраженными потребительскими характеристиками. В дальнейшем при создании различных грибных смесей часть порошка шиитакэ заменялась порошками мейтакэ, шампиньона или вешенки.

Чтобы сохранить грибной вкус и текстуру, грибной порошок лучше всего добавлять в кулинарные изделия незадолго до их полной готовности. Быстро

растворяясь, он требует постоянного контроля, так как длительное воздействие тепла может лишить его аромата. Для усиления вкуса можно использовать предварительно замоченные грибы, добавляя их вместе с образовавшимся настоем. Важно помнить о соблюдении правильных пропорций для достижения наилучшего вкусового баланса в блюдах.

Порошок из грибов подвергали запариванию на протяжении 20–30 минут, а затем анализировали аромат и вкус образовавшегося настоя. Чтобы добиться гармоничного вкуса настоя, требовалось уточнить пропорции ингредиентов и найти лучшие условия запаривания. В ходе серии экспериментов, постепенно увеличивая долю грибного порошка по отношению к горячей кипяченой воде, в итоге было установлено оптимальное соотношение компонентов: 1 часть порошка на 30 частей воды.

После выбора лучшего метода запаривания, были изготовлены настои из четырех разновидностей грибных порошков: шиитаке, мейтаке, вешенки и шампиньонов. При помощи органолептической оценки анализа, определялись ароматические и вкусовые свойства каждой вытяжки по пятибалльной системе. Выяснилось, что настои из вешенки и шампиньона обладали незначительным ароматом и вкусом, при этом аромат настоя из шампиньона отличался горьковатым привкусом.

Опираясь на результаты органолептической оценки отдельных грибных порошков, сначала составлялись двухкомпонентные, а затем трехкомпонентные смеси с разным процентным соотношением ингредиентов. Задача заключалась в создании наилучшей пропорции ингредиентов в составе продукта. Основным критерием для создаваемых составов являлся отчетливый грибной запах и привкус при минимальном использовании грибов шиитаке.

Первым шагом в подборе компонентов стало замещение 1/10 части порошка шиитаке порошками грибов мейтаке и обыкновенного шампиньона. Органолептическая оценка выявила, что замена шиитаке на мейтаке привела к более тонкому и сладкому аромату, в то время как добавление шампиньона привнесло слегка землистые ноты. Комбинация мейтаке и шампиньона в

различных пропорциях позволила получить широкий спектр вкусовых оттенков, от деликатных до насыщенных. Дальнейшие эксперименты были направлены на оптимизацию пропорций мейтаке и шампиньона для достижения наилучшего сочетания вкуса и аромата. Были созданы несколько смесей с различным соотношением этих двух грибов, и каждая смесь была тщательно оценена группой экспертов. Эксперты оценивали интенсивность аромата, сладость и общее впечатление от вкуса.

Затем поэтапно увеличивали долю порошков вешенки и шампиньона в смесях, каждое увеличение составляло 5%. Резкое и неконтролируемое превышение этих значений приводило к появлению выраженного грибного привкуса, который не всегда положительно воспринимался дегустаторами.

Органолептическая оценка полученных композиций включала в себя анализ показателей внешнего вида, цвета, аромата, вкуса и консистенции настоя. Отмечалось, что добавление грибных порошков оказывает существенное влияние на все эти показатели.

В частности, настой приобретал более насыщенный цвет и выраженный грибной аромат. Вкус становился более сложным и многогранным, с оттенками жареных грибов и грибных свежих нот. Цвет настоя варьировался в зависимости от процентного содержания грибных порошков. Согласно шкале цветов Бондарцева, он изменялся от светло-коричневого (при минимальном содержании порошков) до темно-коричневого (при максимальном содержании). Эта шкала позволяет точно классифицировать цветовые характеристики, что особенно важно при оценке визуальной привлекательности грибных композиций. Цвет настоя может значительно влиять на восприятие продукта, и его оценка является неотъемлемой частью дегустационного процесса. При этом настой с оптимальным содержанием грибных порошков имел приятный золотисто-коричневый оттенок.

Полученные данные позволяют рекомендовать использование грибных порошков вешенки и шампиньона в качестве натуральных добавок для обогащения пищевых продуктов и напитков. Они не только улучшают

органолептические свойства, но и повышают пищевую ценность продукта за счет содержания полезных веществ, таких как белки и витамины.

После проведения рабочих дегустаций опытных композиций из четырех видов исследованных грибных порошков, было выбрано три варианта, которые продемонстрировали наилучшие сенсорные характеристики. В процессе дегустации были оценены такие показатели, как аромат, вкус, текстура и общее впечатление. Важно учитывать, что каждый из выбранных вариантов должен не только хорошо сочетаться друг с другом, но и иметь выраженные грибные ноты, соответствуя первоначальному требованию. Для каждого выбранного варианта можно также проанализировать, какие именно сочетания грибных порошков лучше всего раскрывают их вкусовые профили, и провести дополнительные эксперименты с добавлением других ингредиентов для усиления итога. Это позволит оптимизировать рецептуры и достигнуть наилучшего результата для конечного продукта.

После ряда дегустаций экспертами были отобраны три наиболее удачных рецептуры грибных композиций:

1. 80 % вешенка и 20 % шиитаке;
2. 70 % шампиньон и 30 % мейтаке;
3. шампиньон, вешенка и шиитаке в равных пропорциях.

Дегустационную оценку проводили в лаборатории на кафедре товароведения продовольственных товаров и экспертизы продукции сельского хозяйства, а потребительская оценка была проведена на предприятиях общественного питания города Донецка.

Все протестированные смеси грибных порошков имели интенсивный грибной запах и вкус, типичный для грибов. В процессе работы отобранные композиции были подвергнуты последовательной проверке, включавшей сенсорный анализ путем внесения их в готовые блюда в виде соусов, созданных с их использованием. Органолептическая оценка позволила экспертам оценить не только вкус и аромат, но и другие сенсорные характеристики, такие как текстура и внешний вид готовых блюд.

Такой подход к оценке позволяет понять, как различные грибные порошки влияют на конечный продукт, и выявить наиболее удачные сочетания (% соотношение моно-композиций и % соотношение различных видов грибов в сборных грибных композициях), которые обеспечивают гармоничный баланс всех вкусовых и ароматических свойств.

7.2 Влияние различных грибных композиций на приготовление соусов

В ходе реализации поставленной задачи выявлялась возможность применения грибов при создании соусов. С целью анализа ассортимента грибных соусов, доступных в магазинах, была организована первичная дегустационная экспертиза ряда популярных торговых марок, в рецептуре которых заявлено наличие грибов. Были приобретены и исследованы образцы соусов торговой марки ООО «Славолия», производство располагается в городе Донецке: 1 образец «Домашний»; 2 образец «Классический»; 3 образец «Грибной» и 4 – «Салатный».

Сотрудники кафедры товароведения продовольственных товаров и экспертизы продукции сельского хозяйства выступили в роли дегустаторов. Оценка сенсорной восприимчивости дегустаторов осуществлялась по установленному порядку и выполнена согласно требованиям стандартов ГОСТ Р ИСО 3972–2005 «Органолептический анализ. Методология. Метод исследования вкусовой чувствительности» и ГОСТ Р ИСО 5496–2005 «Органолептический анализ. Методология. Обучение испытателей обнаружению и распознаванию запахов». Для анализа были взяты продукты из различных ценовых сегментов, отличающиеся ингредиентным составом и качеством грибов, применявшихся при приготовлении. Затем была проведена сенсорная оценка соусов, произведенных в лабораторной среде с применением специально разработанных экспериментальных рецептов грибных порошковых смесей. Оценка проводилась с помощью балльной шкалы, разработанной для соусов (Рисунок 7.5).

Результаты дегустационной балльной оценки представлены в таблице 7.1.

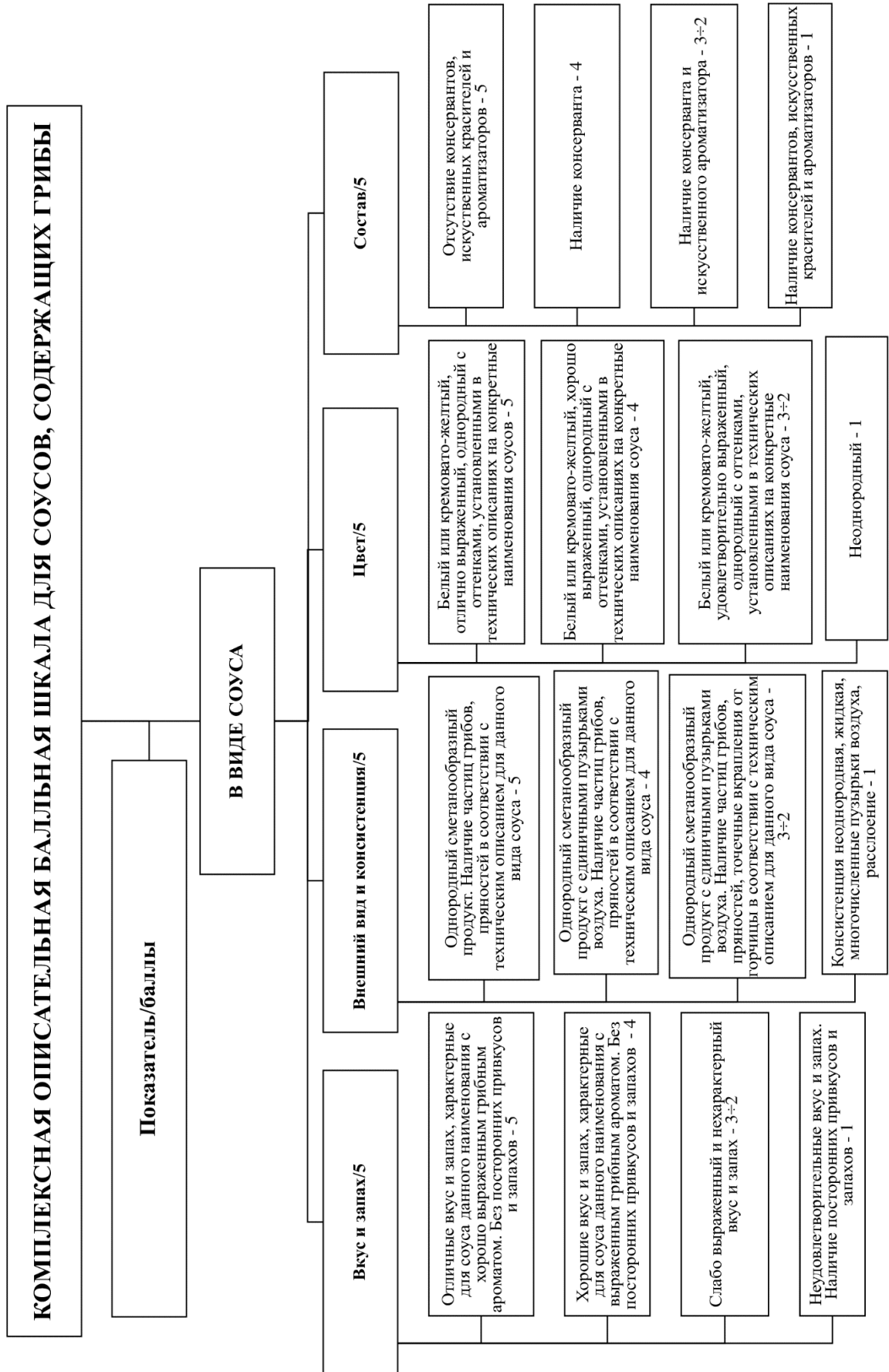


Рисунок 7.5 – Комплексная описательная балльная шкала оценки качества соусов, содержащих грибные композиции (порошкообразные)

Таблица 7.1 – Оценка вкуса и аромата 4-х образцов соусов на основе грибов, купленных в магазинах

Показатели	Оценки в баллах (средняя)			
	1 образец	2 образец	3 образец	4 образец
Внешний вид и консистенция	4,6	4,5	4,6	4,6
Вкус и запах	3,6	3,5	3,3	3,8
Цвет	3,6	3,5	3,5	3,4
Состав	3,5	3,4	3,2	3,8

В результате сенсорного анализа было выявлено, что все протестированные образцы характеризовались слабо ощутимым грибным привкусом и почти полным отсутствием грибного запаха. В некоторых протестированных экземплярах было выявлено повышенное содержание кислотности (кислотный вкус и послевкусие), вероятно обусловленное наличием превышенного допустимого количества уксусной кислоты.

Цель исследования заключалась в оценке сенсорных характеристик соусов, произведенных на основе разработанных рецептур грибных порошков, а также 2-х моно сублимированных порошков из шиитаке и мейтаке. В процессе работы было создано пять различных образцов соусов:

- на основе 1-ой композиции (80 % вешенка и 20 % шиитаке);
- на основе 2-ой композиции (70 % шампиньон и 30 % шиитаке);
- на основе 3-ей композиции (вешенка, шампиньон и шиитаке в равном соотношении);
- на основе порошка шиитаке (100 % шиитаке);
- на основе порошка мейтаке (100 % мейтаке).

Для создания рецептов и разработки технико-технологических карт приготовления соусов было использовано специализированное кулинарное издание [99]. Полученные данные зафиксированы в таблице 7.2.

Анализ образцов выявил, что соусы, созданные с использованием композиций грибных порошков, характеризуются насыщенным грибным запахом и вкусом, а также оставляют после себя приятное, но недолгое послевкусие.

Таблица 7.2 – Органолептические показатели опытных соусов с грибными порошками

Показатели	Оценки в баллах (средняя)				
	на основе вешенки и шиитаке	на основе шампиньона и шиитаке	на основе вешенки, шампиньона и шиитаке	на основе шиитаке	на основе мейтаке
Внешний вид и консистенция	4,0	3,8	3,8	4,1	4,2
Вкус и запах	4,7	4,5	4,5	4,8	4,3
Цвет	4,5	4,3	4,2	4,5	4,0
Состав	4,4	3,9	4,1	4,2	4,2

По мнению экспертов, смесь вешенки и шиитаке в порошковой форме обладает гармоничным грибным ароматом и вкусом (4,7 балла).

Сочетание шампиньона и шиитаке привело к заметному улучшению аромата и вкуса конечного продукта. При этом удалось сбалансировать легкую горчинку шампиньона, сделав ее едва уловимой, проявляющейся лишь в финале вкусового ощущения (4,5 балла). Однако визуальная оценка оказалась невысокой (3,8 балла) из-за различий в цветовой гамме: темные порошки шампиньонов и шиитаке контрастировали со светлым оттенком вешенки.

В сравнении с другими вариантами, чистый порошок шиитаке имел более насыщенный и выраженный вкус (4,8 балла).

Исследование структуры продукта выявило, что введение грибных порошков как по отдельности, так и в комбинациях, ощутимо способствует улучшению тактильных характеристик конечных блюд. Участники дегустации отметили, что соусы, содержащие грибные порошки, имеют хорошую однородность, что делает их более приятными на вкус. Это свойство важно как для потребительского восприятия, так и для подачи блюд в предприятиях общественного питания.

Нежная консистенция соусов, полученных с использованием данных порошков, обеспечивает легкость их распределения и смешивания с основными ингредиентами блюда. Это ведет к более гармоничному вкусовому сочетанию, позволяя лучше раскрыться ароматам и текстурным нюансам, как грибов, так и

остальных компонентов. Хорошая консистенция соусов повышает их стабильность, что может облегчить процесс приготовления для поваров. Соусы, имеющие такую консистенцию, лучше подходят для различных кулинарных операций, включая эмульгирование и сгущение.

Высокие результаты оценки консистенции подтверждают целесообразность использования грибных порошков в кулинарии, особенно в производстве соусов, где текстурные характеристики играют ключевую роль.

Выводы по главе 7

Определена востребованность и возможность использования сушеных грибов в порошкообразном состоянии.

Построены математические модели для определения предпочтительных весовых показателей разрабатываемых рецептур грибных композиций.

Подобраны 3 наиболее удачных сочетаний грибных композиций в соответствии с определением оптимальных соотношений компонентов на основе решения полученных математических систем уравнений.

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.

Разработаны и внедрены на основе полученных данных технико-технологические карты инновационных рецептур грибных порошков «Грибная мелодия» и «Грибной сад» и грибных соусов «Марсель» и «Голландец» на основе композиций различных видов опытных культивируемых грибов для использования на предприятиях общественного питания (*Приложение Ф*).

ГЛАВА 8 ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ ИНДУСТРИИ ГРИБОВОДСТВА И ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО РЫНКА КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ

8.1 Создание товароведной информационной системы по прогнозированию и дальнейшему использованию свежих культивируемых грибов

8.1.1 Постановка задания на проектирование автоматизированной информационной системы

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.

На рисунке 8.1 представлена схема проведения расчетов согласно математической модели, положенной в основу программного продукта «Автоматизированная система управления сублимационной сушкой».

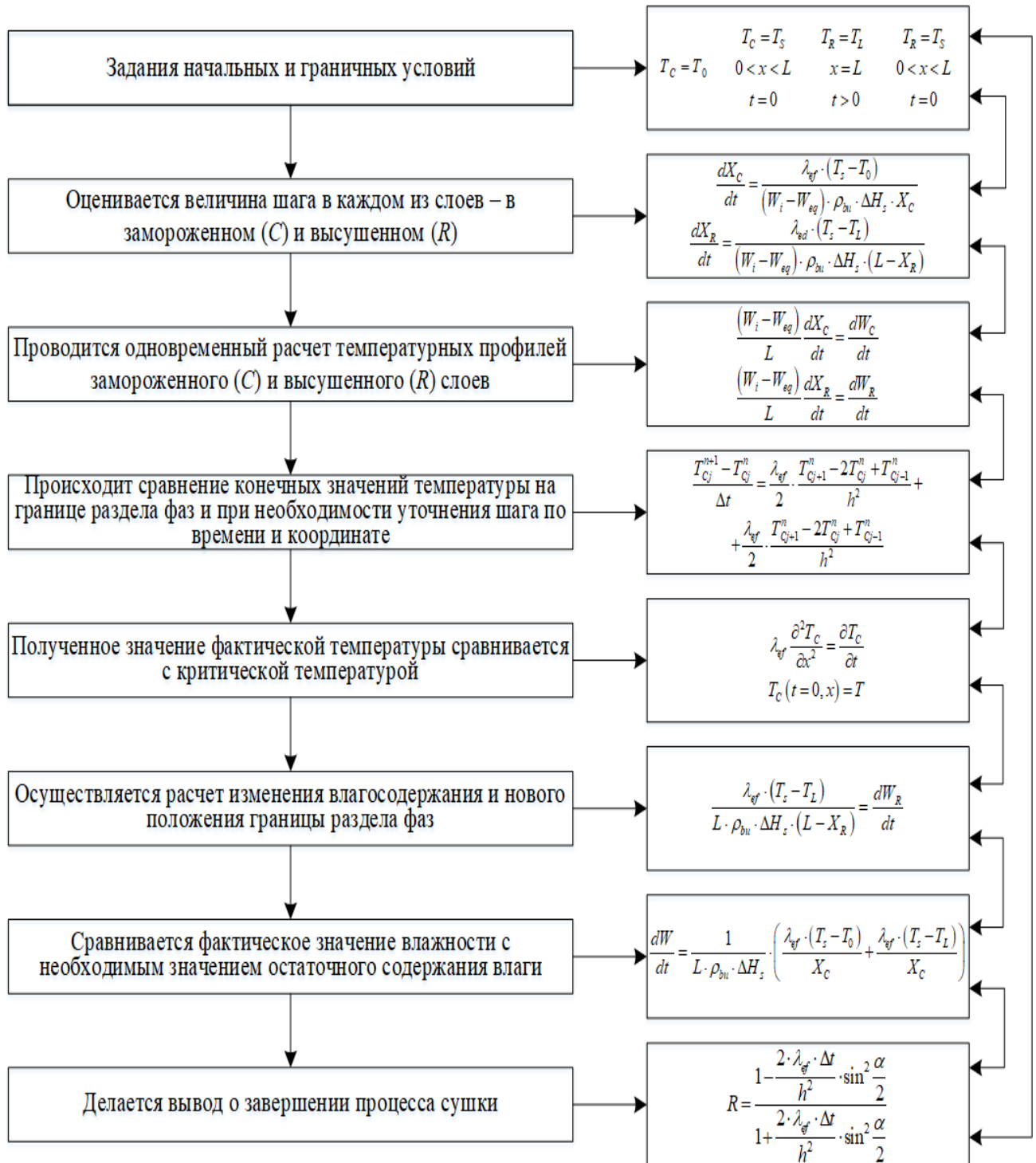


Рисунок 8.1 – Схема проведения расчетов согласно математической модели, положенной в основу программного продукта «Автоматизированная система управления сублимационной сушки»

Расшифровка буквенных показателей представлена в информационной системе.

В данном проекте исследуются экономические задачи прогнозирования, оптимизации хранения и переработки культивируемых грибов, управление их запасами. Анализируя предыдущий спрос, можно составить прогноз на будущий период времени и сделать оптимальный по объемам заказ поставщикам. В контексте исследуемой проблематики товародвижения культивируемых грибов, дефицит, как и переизбыток такого неустойчивого к внешним воздействиям товара со следующим повреждением товара, ведут к убыткам.

Торговые организации стремятся оптимизировать товарные запасы, поддерживая наличие только востребованных позиций в необходимых объемах. Для достижения этой цели формирование заказов должно основываться на краткосрочном прогнозировании спроса на всю номенклатуру продукции. Такой подход позволяет точно определить необходимое количество закупаемых товаров, что, в свою очередь, способствует увеличению частоты заказов и росту ежедневной выручки в краткосрочной перспективе. Так как каждый период представляет интервал, который отвечает сроку хранения при определенных условиях, возможной переработки и реализации товара, для каждого вида грибной продукции определяется свой период.

Таким методом усиления ряда рациональнее пользоваться при долгосрочном прогнозировании. Тем не менее, несмотря на некоторые недостатки, метод экспоненциального сглаживания – наиболее эффективный метод разработки краткосрочного прогнозирования спроса на товары с ограниченными сроками хранения и реализации, и которые продаются в большом количестве и ассортименте.

Согласно методу сглаживания, известный числовой ряд продажи товаров, приближается к динамике фактических продаж, обеспечивая резкие колебания величин, или наоборот, обеспечивая плавность перехода от одной величины к другой. Уровень сглаживания измеряется специальным коэффициентом α , предыдущий прогноз соответственно

$$\beta = 1 - \alpha \quad (8.1)$$

Таким образом, модель прогноза на будущий период будет иметь вид

$$\text{новый прогноз} = \alpha \cdot \text{фактический спрос} + \beta \cdot \text{прошлый прогноз}$$

Для уточнения ошибок прогнозов по периодам необходимо введение показателя – среднего абсолютного отклонения (CAO). Он рассчитывается как

$$CAO = \frac{\text{сумма всех погрешностей прогнозов}}{\text{количество периодов}} \quad (8.2)$$

Очевидно, чем меньше CAO, тем прогноз более точный.

По истечении каждого периода времени, программа анализирует фактический ряд данных, рассчитывая все CAO для коэффициентов от 0,1 до 1, и находит оптимальный коэффициент сглаживания для данного ряда, делая, таким образом, прогноз на следующий период. Результаты краткосрочного прогнозирования выводятся на экран монитора в графическом виде.

Используя полученные результаты прогноза спроса на культивируемые грибы, можно составить рациональное распределение ресурсов торговой точки, максимизируя прибыль. Соответствующая экономико-математическая модель имеет вид

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \Pi_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \max \quad (8.3)$$

Функция цели отвечает максимизации общей прибыли за определенный период времени.

$$\begin{cases} x_{ij} = 0 \\ x_{ij} = 0, \text{ если вложение } \sum i \text{ выгодно} \end{cases} \quad (8.4)$$

С ограничениями

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^m x_{ij} &\leq 1 \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} &\leq 1 \\ i &= 1 \\ n &= [1; \infty[\\ o &= 1, m \end{aligned} \quad (8.5)$$

Ограничения отвечают выбору только одной партии грибов.

Ограничение на денежные ресурсы

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m z_i \cdot x_{ij} \leq Z \quad (8.6)$$

Ограничение на объем конкретного вида товара, который может быть реализован в торговой сети

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} \cdot x_{ij} \leq A_j \quad (8.7)$$

где A_{ij} – количество товара j , соответствующего затратам z_i ;

A_j – количество товаров, которую можно реализовать согласно прогнозу;

P_{ij} – прибыль при затратах z_i , вложенных в товар j .

При построении модели учтен тот факт, что максимальный объем каждого вида товара (культивированных грибов) распределяется на партии, а денежные ресурсы z_i – между товарами a_{ij} на транше, причем денежные ресурсы – величина ограниченная и эффект от каждого вложения приводит к получению максимизированной прибыли.

Существует несколько математических методологий для описания подобных экономических моделей. Анализируя их в общих чертах, можно выделить три основных класса подходов, чьи фундаментальные различия заключаются в способе постановки и решения задачи.

Первая группа методов основана на «регуляризации» задачи, что достигается путем временного игнорирования условий дискретности. Затем к упрощенной задаче прилагаются стандартные методы оптимизации.

Решение считается найденным, если оно соответствует требуемым условиям дискретности. В противном случае требуется переход к целочисленному решению. Идея такого перехода впервые была предложена Джорджем Данцигом: если первое решение оказалось нецелочисленным, то к исходным ограничениям задачи добавляется новое линейное ограничение, обладающее двумя ключевыми свойствами: а) полученный нецелочисленный

план не удовлетворяет этому новому ограничению; б) любое допустимое целочисленное решение удовлетворяет ему.

Однако эти методы порождают ряд трудностей: отсутствие универсального правила для формирования дополнительных ограничений, неопределенность момента завершения процесса отсечения, а также потенциальное значительное увеличение сложности задачи из-за добавления новых ограничений

Вторая группа методов отличается от предыдущей тем, что в ней, наоборот, максимально используется «законченность» проблемы, ее комбинаторный характер.

Третья группа – это методы случайного поиска. Среди них можно отметить, прежде всего, сложность точных методов, особенно при реализации задач больших размеров.

В общих чертах эти методы можно охарактеризовать таким образом:

- 1) проводится случайный выбор некоторого допустимого плана;
- 2) определяются ближайшие решения к допустимому таким образом, что допустимое решение улучшается в этих точках до момента получения «локального» оптимума.

Идея такого подхода является наиболее эффективной для оптимального программирования.

Для решения поставленной задачи был принят метод динамического программирования, поскольку он учитывает все особенности задач и используется при решении задач многоэтапной оптимизации процесса (в рамках данного исследования в качестве процессов выступают хранение и переработка) и многоэтапного планирования.

Типичная задача многоэтапного планирования состоит в следующем: существует физическая система S , состояние которой в любой момент времени определяется вектором P . Компонентами этого вектора могут быть существующие в данный момент ресурсы R и интенсивность их использования.

Рассматривается n -этапный процесс, в каждый момент которого можно принять то или другое решение, после чего состояние системы меняется.

В зависимости от настоящего состояния и принятого решения на данном этапе система дает определенную прибыль. Прибыль за n этапов получаем сложением прибыли по каждому этапу отдельно. Необходимо на каждом из таких этапов принять такое решение, которое позволит получить максимальную полную прибыль за n этапов.

Учитывая, что система будет применяться в случаях с большим количеством ассортиментов товаров, а конечной целью максимизацию прибыли при наименьших затратах, уместно добавить третью часть проекта, которая позволит товароведу управлять запасами товаров грибной продукции на составе.

В работе внимание уделено моделям управления запасами, а именно рассмотрены модели, которые представлены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Модели управления запасами

№	Модель	Содержание
1	Модель оптимального размера заказа	Теоретически данная модель применяется в случаях, когда темп спроса на товар известен и постоянен, заказы получаются мгновенно, исключается дефицит в случае своевременного заказа, а затраты на заказ и хранение постоянно меняются. Как результат – получение оптимального заказа, время между заказами и их количество за определенный период
2	Модель оптимального размера заказа в условиях, когда получение заказа не мгновенное	Находится объем запасов, при котором необходимо делать заказ; в результате – оптимальный размер заказа, время между заказами, точка восстановления заказа (уровень запасов, при котором необходимо делать новый заказ)
3	Модель оптимального размера заказа в условиях, которые допускают дефицит товара и связанная с ним утраченная прибыль	В данном случае необходимо найти точку восстановления, а темп спроса, затраты на заказ и хранение, утраченная прибыль – известны. Как результат: оптимальный размер заказа, время между заказами, точка восстановления запаса
4	Модель с учетом производства	Необходимо рассматривать уровень ежедневного производства и уровень ежедневного спроса. В результате – оптимальный уровень запаса (точка восстановления)
5	Модель экономического размера заказа	Необходимо определить оптимальный размер заказа на отдельные позиции товаров, количество заказанных товаров за определенный период и время между заказами

Для данной информационной системы нами была принята модель экономического размера заказа, так как предыдущей моделью был оговорен темп спроса (прогноз), затраты на заказ и параметры «переработки – хранения» товаров, рациональное распределение ресурсов.

Для воплощения этой модели будет использована следующая математическая последовательность действий:

- Поступление заказа, предназначенного для пополнения имеющихся на складе товаров, рассматривается как единовременное поступление.
- Содержание запасов плавно снижается с неизменной скоростью до полного исчерпания.
- Как только запасы достигают нулевой отметки, осуществляется новый заказ объемом q , что приводит к восстановлению запасов до их исходного максимального уровня.

В данном контексте, оптимальным подходом для решения задачи будет определение такого объема заказа, который обеспечит наименьшие суммарные издержки за заданный временной интервал.

Общие затраты на заказ

$$\frac{d}{q} \cdot k \quad (8.8)$$

Общие затраты на хранение

$$\frac{q}{2} \cdot h \quad (8.9)$$

$$D = \frac{d}{t} \quad (8.10)$$

$$h = \frac{h}{t}$$

Оптимальный размер заказа

$$Q^* = \left(\frac{2 \cdot d \cdot k}{h} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (8.11)$$

Оптимальное количество заказов за период

$$n = \frac{d}{q^*} \quad (8.12)$$

Время цикла (оптимальное время между заказами)

$$T^* = \frac{q^*}{d} = \frac{h}{n} \quad (8.13)$$

где q – размер заказа;

t – продолжительность периода планирования;

d – величина спроса за период планирования;

d^* – величина спроса за единицу времени;

k – затраты заказа;

h – удельные затраты на хранение за период;

h^* – удельные затраты на хранение за единицу времени.

Суть предлагаемого метода заключается в том, что поступление товаров, которые фиксируются на складе, отбиваются в единой информационной базе товаров, которая показывает реальное состояние состава или составов поступивших товаров.

8.1.2 Проектирование базы данных как структурной единицы информационной системы

В начальный период проектирования были подготовлены спецификации требований к базе данных «Культивируемые грибы», которые представлены ниже.

Общее описание данных включает в себя:

- 1) рассматривается торговая деятельность по реализации определенного количества видов товаров (культивируемые грибы), каждый из которых идентифицируется кодом;
- 2) товары распределены по группам. Каждый товар может относиться только к одной группе товаров;
- 3) каждая группа характеризуется своим названием и отдельными характеристиками, которые используются при формировании заказов, выявлении условий хранения и переработки (срок реализации товара);

4) каждый товар имеет данные определяющие (единица измерения, код товара, цена) и данные товарооборота (дата прихода, дата продажи, среднедневная нормированная продажа, минимальный товарный запас, затраты на хранение, на транспортировку, на переработку, другая статистическая информация);

5) каждый месяц составляется план для всех групп товаров, в котором отмечаются прогноз продажи на краткосрочный период времени на основе предыдущего, спрос на товар за этот период времени, затраты на заказ, затраты на хранение, затраты на переработку, ежедневный спрос.

Неотъемлемой частью работы товароведа является определение оптимального ассортимента товаров и как результат получение наиболее максимальной прибыли, ибо, приведение следующего по дате спроса на весь ассортимент приводит к соответствующим заказам и к увеличению товарооборота и ежедневной прибыли.

Неотъемлемой частью деятельности товароведа является составление базового плана с конкретизацией запланированных заказов, указанием поставщиков, дат.

Следуя вышеуказанным приоритетам базы данных, в работе были определены основные типы сущностей базы данных и указаны связи между ними.

В спецификациях сущности, как правило, представляются как существительные или выражения, содержащие те же существительные, то время как типы связей выражаются глаголами или глагольными соединениями, анализ показал, что основными сущностями, упоминающимися в спецификациях информационной системы товароведной направленности, являются:

«товар» – общие характеристики товара;

«группа товаров» – список сгруппированных по определенным характеристикам товаров;

«единицы измерения» – единицы измерения данного товара;

«цена» – цена товара по розничным расценкам;

«период времени прогнозирования» – интервал, соответствующий допущениям о времени реализации товара;

«прогноз» – предусмотренный спрос товара по данным реализации за предыдущий период.

Для проектируемой в рамках информационной системы «Культивируемые грибы» базы данных дополнительно введены ряд сущностей, до этого в иных базах данных не используемых, однако в свете узкой направленности системы их целесообразно включить в разрабатываемое программное обеспечение:

а) «штамм» – список сгруппированных по видовой принадлежности штаммов;

б) «баллы» – количество баллов по каждому показателю органолептической шкалы качества каждого вида культивированных грибов;

в) «период времени хранения» – интервал, соответствующий допущениям о времени хранения товара;

г) «замораживание» – рекомендуемый способ переработки, соответствующий суммарному количеству баллов оценки;

д) «сушка» – рекомендуемый способ переработки, соответствующий суммарному количеству баллов оценки.

Что же касается типов связей, в диссертации для выявления всех возможных связей были использованы материалы спецификаций.

Некоторые результаты такого анализа представлены в таблице 8.2.

В приведенной модели приведен в обобщенном виде список сущностей и связей между ними. В работе в спроектированной базе данных изучено и описано 78 сущностей, их особенности применительно к теме исследования и взаимосвязи.

Важным этапом в проектировании баз данных было определение кардинальности связи и уровня участия сущностей в связи.

Известно, что кардинальность любой связи может принимать значение либо «один к одному» (1: 1), либо «один ко многим» (1: m), либо «многие ко многим» (m : n).

Таблица 8.2 – Инфологическая модель взаимосвязей между основными сущностями (в рамках данного исследования)

Сущность	Вид связи	Сущность
Товар	Характеризуется Относится Изучает Имеет Заключает	Человек Группа Пользователь Прогноз Договор
Группа	Содержит Имеет	Товар Характеристика
Прогноз	Содержит Составляется на Составляет Создается для Создается для Создается для	Данные Период времени Пользователь Продаж Хранения Переработки
Штамм	Относится к Относится к Относится к Влияет на Влияет на	Товар Тип Вид Хранение Переработка
Сотрудник	Есть	Пользователь
Сушка	Соответствует Рекомендуется по Корректирует	Переработка Баллы Срок хранения

Что касается определения уровня участия сущности в связи, то он может быть полным или частичным. Исходя из перечня сущностей и видов связи между таблицами, в контексте данного исследования определена кардинальность и уровень участия в связи для каждой сущности.

Следующим этапом в проектировании базы данных «Культивируемые грибы» было определение потенциальных ключей и выбор первоначального ключа для каждой сущности. Изучение теории баз данных позволило разъяснить, что по данным Д. Слуцкова «Потенциальными ключом называется атрибут или минимальный набор атрибутов заданной сущности, позволяющий однозначно идентифицировать каждый ее экземпляр. Для некоторых сущностей возможно

наличие нескольких потенциальных ключей. В этом случае среди них нужно выбрать один ключ, который будет называться первичным ключом» [265].

На основании этих рекомендаций были выделены первоначальные ключи для каждой сущности базы данных «Культивируемые грибы».

Исследование, проведенное в рамках поставленных научных задач, показало, что из результатов концептуального проектирования связи типа *m: n* в базе данных отсутствуют.

Поскольку в диаграмме присутствуют лишь бинарные связи, то можно сказать, что сложных связей нет.

Что касается рекурсивных связей, то можно видеть, что отсутствуют связи между отдельными экземплярами сущности того самого типа, а значит в разработанной базе рекурсивных связей нет.

Присутствие связей с атрибутами может указывать на наличие еще не выделенных сущностей. В разработанном проекте концептуального проектирования информационной системы «Культивируемые грибы» нет связей, которые имеют атрибуты.

В разработанной концептуальной модели атрибуты, которые имеют множественное значение, отсутствуют.

Исследователями неоднократно отмечалась нормализация, как формальный метод анализа отношений на основе их первичного ключа и существующих функциональных зависимостей, которая описывает связь между атрибутами.

Теоретические основы проблематики позволили выделить полезные для диссертационного исследования основные элементы метода анализа отношений при проектировании баз данных «Культивируемые грибы»:

1. Нормализация осуществляется в несколько последовательных этапов, каждый из которых отвечает некоторой нормальной форме (*НФ*), которая имеет известные свойства.

2. В ходе нормализации формат отношений становится все более строгим и менее уязвимым относительно аномалий восстановления.

3. Во избежание аномалий восстановления, нормализацию рекомендуется выполнять как минимум до $3NF$:

а) $1NF$ – отношение, в котором на пересечении каждой строки и каждого столбца содержится только одно значение. Разработанные отношения находятся в $1NF$, поскольку нетрудно заметить, что условия этого этапа выполняются. И в каждой строке, и в каждом столбце отношений имеется только одно значение;

б) $2NF$ – отношения, которые находятся в $1NF$ и каждый атрибут которого, не входит в состав первичного ключа, характеризуется полной функциональной зависимостью от этого первичного ключа. Поскольку разработанные отношения не имеют составленных ключей, как это показано в предыдущих этапах, то условия $2NF$ соблюдаются;

в) $3NF$ – отношения, которые находятся в $1NF$ и $2NF$ и не имеют не входящих в первичный ключ атрибутов, которые находились бы в транзитивной функциональной зависимости от этого первичного ключа.

Если вернуться к предыдущим этапам и проанализировать атрибуты каждого отношения, то можно сделать вывод, что условия нормальной формы $3NF$ выполняются.

Для $НФБК$ (нормальная форма Бойса – Кодда) каждый детерминант (один атрибут или группа атрибутов, от которой целиком функционально зависит другой атрибут) отношения являются потенциальным ключом.

Таким образом, изучив разработанные отношения для базы данных «Культивируемые грибы», можно прийти к заключению, что они находятся в $НФБК$. В этой точке «невозврата» разработанный проект проходит стадию нормализации.

В таблице 8.3 приведены расчеты размера базы данных (размер скользящий).

В процессе функционирования системы данная таблица может дополняться рядом параметров, которые задействуются в зависимости от особенностей технологического процесса, например, параметр «Количество хранящихся в базе записей» или «Итог (3*6)».

Таблица 8.3 – Расчеты приблизительного размера базы данных

№	Название таблицы	Размер, байт	Кол-во текущих записей	Итого (3*4)	Кол-во хранящихся в базе записей	Итого (3*6)	Всего
1	Userdb	34	10	340	-	-	340
2	Workerdb	223	20	4460	-	-	4460
3	Specialitydb	246	30	7380	-	-	7380
4	Kafedradb	264	100	26400	-	-	26400
5	Subjectdb	108	1000	108000	-	-	108000
6	Areadb	74	500	37000	-	-	37000
7	Citydb	74	2000	148000	-	-	148000
8	Citizenshipdb	54	20	1080	-	-	1080
9	Indb	54	20	1080	-	-	1080
10	Outdb	54	20	1080	-	-	1080
11	Conditiondb	54	20	1080	-	-	1080
12	Typepreparationdb	19	5	95	-	-	95
13	Chapterdb	104	20	2080	-	-	2080
14	Subchapterdb	104	20	2080	-	-	2080
15	Studyplandb	23	100	2300	-	-	2300
16	Studyplanrecdb	68	1000	68000	-	-	68000
17	Studyplancourserecdb	24	8000	192000	-	-	192000
18	Orgstudyprocessdb	29	1000	29000	-	-	29000
19	Orgstudyprocessrecdb	80	30000	2400000	-	-	2400000
20	Studyloaddb	30	100	3000	-	-	3000
21	Studyloadrecdb	250	10000	2500000	-	-	2500000

22	Specialitysetdb	21	20000	420000	-	-	420000
23	Programtypedb	23	5	115	-	-	115
24	Groupdb	42	500	21000	-	-	21000
25	Fixingplacedb	54	10	540	-	-	540
26	Studentdb	104	4000	416000	2000	208000	624000
27	Humandb	63938	4000	2557520 00	2000	1278760 00	383628000
28	Leavingdb	114	32000	3648000	16000	1824000	5472000
29	Agreementdb	362	4000	1448000	2000	724000	2172000
30	Paymentdb	64	32000	2048000	16000	1024000	3072000
31	Graduatingdb	145	2000	290000	2000	290000	580000
32	Prolongationdb	97	2000	194000	2000	194000	388000
33	Deductiondb	149	2000	298000	2000	298000	596000
34	Restoringdb	147	2000	294000	2000	294000	588000
35	Resurrendingdb	81	2560000	2073600 00	128000 0	1036800 00	311040000
36	Canresurrenddb	17	4000	68000	2000	34000	102000
37	Studenttransferdb	53	32000	1696000	16000	848000	2544000
38	Groupstudyrecdb	27	40000	1080000	20000	540000	1620000
39	Studydb	108	640000	6912000 0	320000	3456000 0	103680000
40	Statisticdb	41	4000	164000	2000	82000	246000
41	Workdb	214	12000	2568000	6000	1284000	3852000
42	Tablesdb	34	50	1700			1700
43	Grantdb	14	500	7000			7000
44	Plannerdb	10	10	100			100
45	Plannerrecdb	506	200	101200			101200
46	Enterplandb	25	10	250			250

47	Enterplanrecdb	12	200	2400			2400
48	Contingentdb	21	500	10500			10500
Всего, байт: 826 303 260							
Всего, мб: 788,024							

Спроектированная база данных «Культивируемы грибы» полностью отвечает требованиям целостности.

Перед выбором языка программирования выяснены особенности разработки данной программы. Программа требует обработки большого количества данных, хранящихся во внешних таблицах (файлах). Использование собственных форматов данных в данном случае нежелательно, поскольку возможна дальнейшая доработка программы и написание подпрограмм, которые работают с существующими данными этой программы, итак, среда программирования должна поддерживать базу данных распространенных форматов.

Программа требует большого количества экранных форм и диалоговых окон для ввода, просмотра и изменения информации. Для быстрой разработки интерфейса нужна система, которая поддерживает визуальное программирование. Среда программирования по возможности должна иметь встроенные средства налаживания и проверки ошибок на этапе выполнения.

Для обработки данных диссертации было определено, что вышеуказанным требованиям в полной мере удовлетворяют две среды программирования: Borland Delphi и Builder C++.

Как среда программирования нами была избрана Delphi 12.3 Community Edition, являющаяся последней версией данного продукта.

Этот выбор обусловлен тем, что это среда позволяет создать удобный интерфейс. Но только тем возможности Delphi 12.3 Community Edition не ограничиваются. Delphi 12.3 вообрал в себя экспериментальную 64-битную IDE, AI-интеграцию и Smart CodeInsight – расширяемый плагинами AI-интерфейс (поддержка OpenAI, Gemini, Claude и Ollama), который помогает с генерацией,

автодополнением и объяснением кода; новый встроенный веб-фреймворк на Delphi, ориентированный на серверный рендеринг и шаблонизацию; поддержку платформ Android 15, iOS 18, macOS 14, Ubuntu 24, Windows 11, Server 2025, FireMonkey (FMX), который развивается как кроссплатформенный UI; улучшения в FireDAC для работы с БД, оптимизация SQL и драйверов, выход обновлений InterBase (2020 Update 7) [Delphi - Embarcadero].

Технология Code Insight 2024 R4 (система подсказок для написания кода) помогает быстро писать программу и избежать ошибок при написании тех или иных элементов интерфейса или названий процедур и функций.

В среде программирования Delphi 12.3 присутствует удобная возможность по генерации стандартных программных блоков – возможность описания процедуры или функции – система сама сгенерирует шаблон этой процедуры или функции.

Стоит также упомянуть и об «умении» Delphi 12.3 компилировать код не только для Win32, но и код Win64.

Кроме среды программирования Delphi 12.3 компиляцию кода пользователя поддерживает iOS и под Android.

В качестве системы управления базой данных (СКБД) было избрано MS Access 2024, версия 16.0.18129.20162. Эта СКБД имеет встроенные средства по работе с базой данных, а благодаря возможностям этой системы отпадает необходимость во вспомогательных программных продуктах.

Как правило, чтобы перекомпилировать программный код, ко всем модулям, которые подключены, добавляют в начало названия модуля литеру «q».

Изучение объектно-ориентированного проектирования показало, что программа выполняет много функций и выступает посредником между пользователем и базой данных.

Для каждого бумажного документа, который используется товароведом, разработаны отдельные экранные формы (они же и классы). Для управления взаимодействием между другими классами создано несколько классов.

При разработке проекта «Культивируемые грибы» был использован метод CRC-карточек, который позволяет определить ответственность каждого класса и связи между ними, данные представлены в *Приложении Н*.

Поскольку программным продуктом будут пользоваться как опытные пользователи, так и новички, то при разработке интерфейса необходимо соблюдение целого ряда правил: естественность интерфейса, согласованность интерфейса; дружелюбность интерфейса; простота интерфейса; эстетичная привлекательность. Размещение всей информации должно происходить в логической последовательности. Все сообщения надо распределить по типу исключительных ситуаций: ошибка, предупреждение, информация и т. п.

При работе пользователя с программным интерфейсом надо исключить потребность обращаться за уточнением к справочникам. Всю нужную информацию должна предоставлять система. Наиболее важную информацию нужно выделять цветом символов, шрифтом.

В интерфейсе пользователя нужно применять также и выпадающие меню. Это предоставит пользователю эффективное средство доступа к операциям над объектами. В выпадающих меню первыми должны размещаться основные команды для работы с объектом. Также необходимо определиться с применением цветов в интерфейсе пользователя. Цвет является одним из важных атрибутов интерфейса. При работе с цветом нужно учитывать «теплоту» или «холодность» цвета. Теплые цвета расширяют область. При комбинации цветов нужно помнить, что некоторые из них являются неприятными для глаз. Цвет влияет на настроение и трудоспособность. Это является результатом исследования психологического влияния разных цветов на сознание человека.

В интерфейсе пользователя применяются также и выпадающие меню. Это предоставляет пользователю эффективное средство доступа к операциям над объектами. Кроме того, выпадающие меню позволяют минимизировать объем информации, которая отображается, поскольку она появляется только по требованию пользователя. В выпадающих меню первыми размещены основные команды для работы с объектом.

При работе пользователя с программным интерфейсом исключается потребность обращаться за уточнением к справочникам. Разработанная система обеспечивает всю необходимую информацию. Текстовые элементы размещены на дисплее таким образом, чтобы направлять взгляд пользователя в нужное русло.

Алгоритм функционирования информационной системы визуализирован на рисунке 8.2.

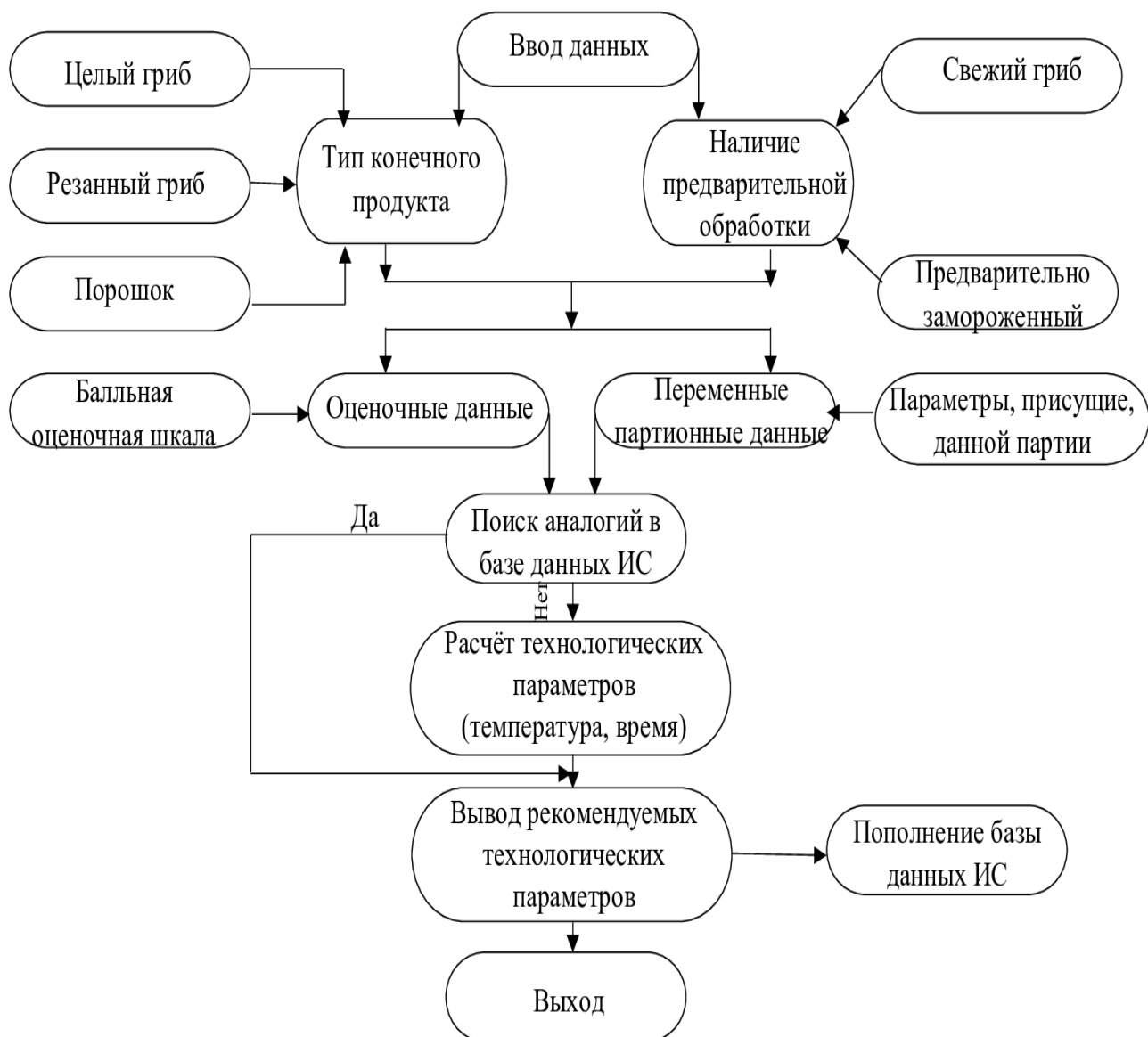


Рисунок 8.2. – Алгоритм функционирования информационной системы

Содержимое полей располагается с отступом от границ экрана или формы. Меню, содержащее ограниченное количество данных, находится в верхней части дисплея. Для достижения визуальной гармонии содержимое и заголовки полей,

принадлежащих к одной группе, выравниваются по вертикали. Все логически взаимосвязанные элементы также подлежат выравниванию

Спроектированная база данных «Культивируемые грибы» полностью отвечает требованиям целостности. Визуализации окна программы представлены на рисунке 8.3. Визуализация хода работы информационной системы представлена в *Приложении II*.

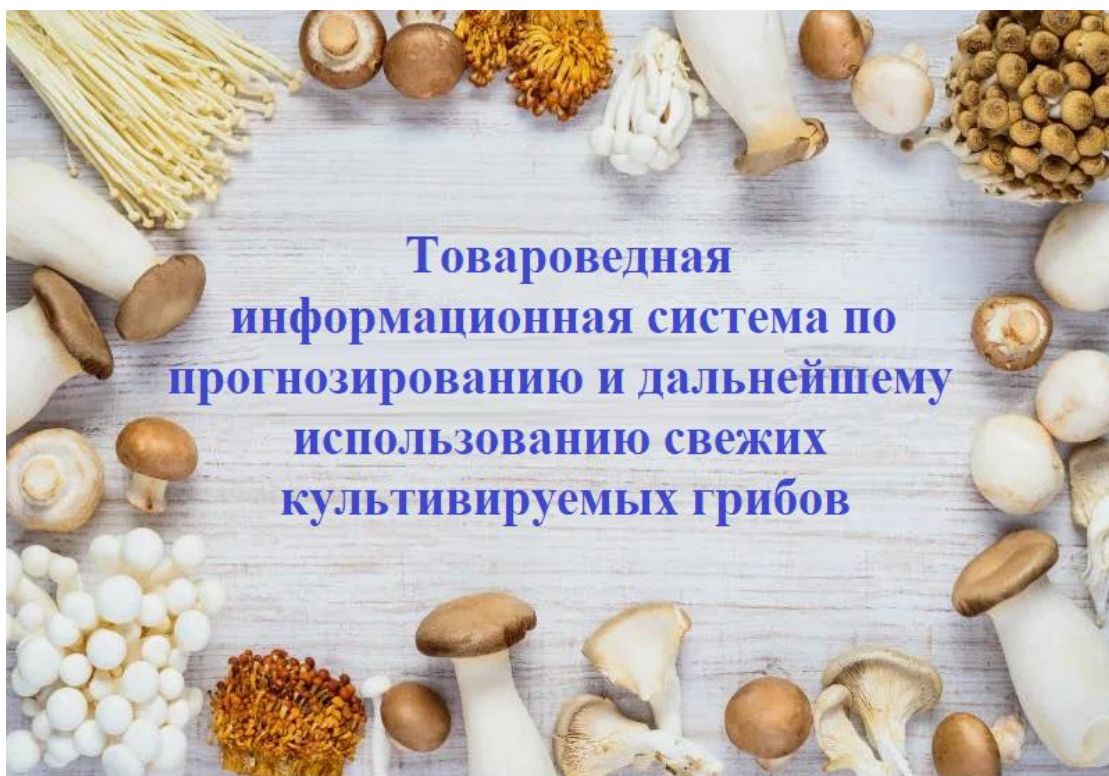


Рисунок 8.3 – Визуализация окна спроектированной базы данных

Алгоритм работы с готовой информационной системой выглядит следующим образом:

1. Получаем партию товара (грибы).
2. Входим в информационную систему через страницу «Вход».
3. На странице высвечивается первое окно ввода данных «Тип конечного продукта». Выбираем из «Целый гриб», «Резаный гриб», «Порошок». Ставим напротив выбранного галочку и щелкаем «Выбрать».
4. На странице высвечивается второе окно ввода данных «Наличие предварительной обработки». Выбираем из «Свежий гриб», «Предварительно замороженный». Ставим напротив выбранного галочку и щелкаем «Выбрать».

5. Открывается окно «Переменные партионные данные». Там выбираем из 8 позиций «Шиитаке», «Мейтаке», «Шампиньон», «Вешенка», «Кольцевик», «Опенок летний», «Опенок зимний», «Грибная смесь». Щелкаем «Выбрать». Если выбирается «Грибная смесь» на экране высвечиваются 7 видов грибов. Против грибов, входящих в смесь, ставим галочки. Щелкаем «Выбрать».

6. На странице высвечивается окно «Требования к качеству». По каждому виду грибов всплывает перечень требований к качеству

7. На странице высвечивается окно «Оценочные данные» с позициями: «Внешний вид», «Окраска шляпки», «Вкус», «Запах», «Окраска мякоти». Против каждой позиции выставляем балльную оценку от 1 до 10. Щелкаем «Выбрать».

8. Информационная система, получив исходные данные, начинает искать похожие данные в своей базе данных. Возможно, ранее проходила партия грибов с такими же исходными данными. Следует отметить, что данные обо всех партиях, проходивших через информационную систему, автоматически сохраняются в базе данных. Если данные найдены, на экран выводится рекомендуемая температура сушки и время сушки.

9. Если похожие данные не найдены, информационная система начинает расчет температуры и времени сушки согласно математической модели. После окончания расчета результаты корректируются согласно введенным баллам органолептической оценки. Если, по балльной оценке, все баллы по позициям равны 10, расчетные данные остаются без изменения. Снижение балльной оценки на 2 балла приводит к уменьшению температуры примерно на 0,83 °C и увеличению времени сушки на 37 с. После корректировки на экран выводится рекомендуемая температура сушки и время сушки.

10. Полученными результатами расчетов автоматически пополняется имеющаяся база данных.

11. Предусмотрена функция распечатки полученных результатов.

Выбирая «Переменные партионные данные» (например, Шиитаке) мы автоматически вводим данные, присущие данному виду гриба, например, влажность. В базу данных уже введены свойства, присущие разным видам грибов.

Если выбирается «Грибная смесь», то информационная система предварительно рассчитывает усредненные показатели смеси.

8.2 Социально-экономическое обоснование развития индустрии продукции грибоводства и продуктов ее переработки, потребительского рынка культивируемых грибов

Современное производство ориентируется на инновации, что выражается в разработке как абсолютно новых технологических решений, так и продуктов, не имеющих аналогов, обладающих уникальными качественными характеристиками и способных удовлетворять разнообразные, возрастающие и постоянно изменяющиеся общественные и личные потребности населения. Результатом проведенных научных исследований в данной работе являются инновации в области создания качественно новых пищевых продуктов [228].

Совершенствование рецептур и технологий хранения культивируемых грибов позволяют сохранять не только пищевую ценность сырьевого набора при существенном увеличении сроков хранения, но и улучшать их внешний вид, органолептические, физико-химические свойства и способствовать экономии времени при приготовлении пищи как в домашних условиях, так и в предприятиях ресторанного хозяйства [345].

Таким образом, эффективность научных разработок будет оцениваться экономическими показателями, в частности показателями, прибыли и уровнем рентабельности, комплексными и интегральными показателями качества, а также комплексом мероприятий по внедрению результатов.

Производство и использование новых продуктов сопровождается ростом эффективности, которая может быть представлена сопоставлением различных видов эффектов. Были выделены 5 видов эффектов от производства и использования инновационных продуктов: экономический, научно-технический, ресурсный, социальный, экологический (Таблица 8.4) и соответствующих им затрат.

Таблица 8.4 – Виды и содержание эффекта от производства и использования инновационных продуктов

№	Вид эффекта	Содержание эффекта
1	Экономический	<p>Превышение доходов от производства и реализации продукции над соответствующими затратами в стоимостном выражении</p> <p>Превышение положительных денежных потоков от внедрения и использования технологий в производстве над капитальными и текущими затратами в течение нормативного срока окупаемости</p> <p>Новизна, простота, прикладной характер технологий</p> <p>Обеспечивающих сохранение, улучшение и обратимость натуральных качественных параметров сырьевых наборов. Входящих в состав полуфабрикатов. В процессе транспортировки и хранения. Снижение риска дополнительных количественных и качественных потерь продуктов при временных нарушениях условий хранения увеличение сроков хранения</p>
2	Научно-технический	<p>Замороженные культивируемые грибы.</p> <p>Сушеные культивируемые грибы.</p> <p>Сублимированные культивируемые грибы.</p> <p>Пищевые грибные композиции.</p>
3	Ресурсный	<p>Более полная переработка грибного сырья, снижение количественных и качественных потерь в процессе хранения и транспортировки</p>
4	Социальный	<p>Уровень готовности инновационных продуктов (полуфабрикаты) позволяет сократить издержки потребления. Их качественные параметры повышают уровень ценности в глазах потребителя и обеспечивают высокую потребительскую стоимость</p>
5	Экологический	<p>Применение современных технологий обеспечивает экологически безопасное производство. Инновационные продукты также являются экологически безопасными, в силу сохранения натуральных параметров, отсутствия вредных добавок и консервантов</p>

При планировании выпуска новой продукции, помимо анализа ее потребительских свойств (пищевой и биологической ценности, вкуса, запаха, внешнего вида, показателей физических и химических свойств и т. д.), необходимо учитывать экономическую эффективность и результативность проекта.

В основе их оценки лежит сопоставление доходов, полученных от реализации новой продукции на рынке, с текущими затратами на ее производство. Критериями являются показатели прибыли и рентабельности. Величина прибыли определяется исходя из отпускной рыночной цены продукта и себестоимости его производства.

Состав себестоимости продукции определяется при помощи методических рекомендаций по бухгалтерскому учету затрат и калькулированию себестоимости продукции и услуг общественного питания, которые были утверждены некоммерческим партнерством «Институт профессиональных бухгалтеров Московского региона» в 2014 году.

В связи с отсутствием четкой информации об элементах затрат: оплате труда; расходах на топливо и электроэнергию для производственных целей; амортизационных отчислениях, расходах на содержание и эксплуатацию основных средств и аренду помещений; общепроизводственных, общехозяйственных и внепроизводственных расходах, расчеты выполнялись по укрупненным нормативам на основе данных о производстве продуктов аналогов. Но при этом были скорректированы общие прочие затраты на отличия в величине релевантных издержек.

Так основные различия при формировании текущих затрат имеют место по затратам на энергоресурсы при тепловой обработке и хранении продукции, оплате труда, содержанию оборудования.

Начальным моментом определения себестоимости является стоимость сырья и материалов, являющихся основой формирования цены продукции пищевых производств. В себестоимости продукции сырье и материалы занимают примерно 60÷80 % ее общей величины.

На стадии формирования коммерческой себестоимости экономический эффект от производства новых видов продуктов проявляется по-разному. Улучшенные качественные характеристики новых инновационных продуктов по сравнению с продуктами-аналогами, их социальная и экологическая эффективность позволяют прогнозировать несколько вариантов получения прибыли в зависимости от стратегии ценообразования предприятий производителей [32].

На стадии выхода на рынок с целью его завоевания наиболее приемлемой является стратегия преимущественных цен или цены следования за лидером, ориентированная на сложившийся в данном секторе рынка уровень рентабельности – 12÷15%.

Варианты расчета продажных цен приведены в таблице 8.5.

Далее по мере ознакомления потребителей с потребительскими свойствами новых продуктов цена может быть постепенно доведена до уровня адекватного более высоким качественным параметрам, что обеспечит достаточно высокий уровень рентабельности [181].

Первый вариант отпускных цен производителей рассчитан исходя из уровня рентабельности продукции – 15 %. Он обеспечивает производителям новых продуктов значительные конкурентные преимущества по сравнению с продуктами-аналогами за счет высоких качественных параметров по всем инновационным продуктам при относительно невысоких ценах на сублимированные полуфабрикаты из грибов и композиционные полуфабрикаты из грибов, и более низкие цены на замороженные грибы и сушеный грибной полуфабрикат для I и II блюд.

Данный вариант цен определяет нижнюю границу, минимальный уровень цен, по которым производитель может реализовать свою продукцию.

При расчете второго варианта цен были учтены различия в качественных параметрах продуктов. В глазах потребителя повышение качества товаров расценивается как соответствующее повышение цены, что позволяет производителю соответствующим образом регулировать уровень цен.

Таблица 8.5 – Варианты расчета продажных (отпускных) цен при различных типах ценовых политик производителя (без НДС), руб

Элементы и виды продажных цен	Заморозка			Сушка			Сублимационная сушка			Грибные композиции	
	Шампиньон	Опенок зимний	Опенок летний	Кольцевик	Вешенка	Мейтаке	Основа – шампиньон	Основа – шинитаке	Основа – шампиньон	Основа – шинитаке	
Себестоимость единицы продукции (1кг)	210,03	230,18	290,69	290,92	580,77	780,36	570,41	770,56	570,41	770,56	
1-й вариант											
Продажная цена при сложившемся уровне рентабельности (15,0 %):	240,18	260,67	340,15	340,41	670,59	900,1	660,03	890,18	660,03	890,18	
– в том числе прибыль	30,15	30,49	49,46	49,46	89,82	119,74	89,62	119,62	89,62	119,62	
2-й вариант											
Продажная цена, скорректированная на коэффициент качества продукции:	530	530,33	670,44	340,41	730,95	990,87	660,03	890,18	660,03	890,18	
– комплексный показатель качества (ед)	0,86	0,87	1,1	0,56	0,92	0,92	0,82	0,82	0,82	0,82	
– коэффициент качества относительно аналога (ед)	1,54	1,55	1,96	1,00	1,12	1,12	1,00	1,00	1,00	1,00	
– в составе цены прибыль	12,47	11,76	14,72	1,75	5,92	8,39	3,36	4,53	3,36	4,53	
– рентабельность продукции, %	152,1	130,1	127,1	15,00	25,83	27,46	15,00	15,00	15,00	15,00	
– прирост рентабельности относительно аналога, %	+137,1	+115,1	+112,1	–	+10,83	+12,46	–	–	–	–	

Проведенные исследования и выполненные расчеты комплексного показателя качества позволяют количественно оценить с помощью коэффициента качества уровень различий между новыми продуктами и продуктами аналогами.

Коэффициент качества определялся по формуле

$$K_{ki} = \frac{KPK_i}{KPK_a} \quad (8.14)$$

где K_{ki} – коэффициент качества i -го инновационного продукта;

KPK_i – комплексный показатель качества i -го инновационного продукта;

KPK_a – комплексный показатель качества соответствующего продукта-аналога.

Общеизвестно, что спрос эластичен по качеству так же, как и по цене. Оценивая коэффициент эластичности спроса по качеству в размере 1,0, можно предположить, что на каждый процент прироста качественных параметров новых продуктов производитель может увеличивать продажную цену на 1,0 %. Были рассчитаны продажные цены по второму варианту, которые определяют верхний максимальный уровень цен. Наивысший уровень рентабельности присущ сублимированным ПП (свыше 100 %). На втором месте находится композиционный грибной полуфабрикат с рентабельностью более 98,0 %. По остальным продуктам рентабельность может быть повышена на 10,0÷24,0 % относительно среднего уровня на исследуемом сегменте товарного рынка, что обеспечивает им соответствующие конкурентные преимущества.

В целом, расчетные данные подтверждают высокую рентабельность продукции при доступном для потребителей уровне цен. При расчете соотношений «качество – цена», следует учитывать и такой дополнительный источник экономического эффекта как рост объема продаж и соответственно прибыли за счет эластичности спроса по данным параметрам. При 1-м варианте цены спрос будет в значительной мере переключен на новые качественные и более дешевые в глазах потребителя продукты.

При 2 варианте будет включаться эластичность спроса по качеству, так как потребитель рассматривает рост качества как соответствующее снижение цены.

Для расчета возможного приращения рентабельности продукции за счет роста объема продаж при повышающемся спросе, прежде всего, выделим в составе себестоимости продукции условно-постоянные и условно-переменные статьи затрат. К условно-переменным относятся все затраты на сырье и материалы, расходы на оплату труда производственных работников, расходы на топливно-энергетические ресурсы, а также до 10% прочих затрат. Отсюда состав затрат по видам продукции можно представить в следующем виде (Таблица 8.6).

Базовым вариантом для расчета дополнительной рентабельности является вариант 2, для которого соотношение «цена – качество» уравновешено.

Вариант 1 может иметь дополнительную прибыль за счет роста объема продаж. При соответствующих коэффициентах эластичности спроса от цен (1,2÷1,4) и снижении цен в варианте 1 относительно варианта 2 возможный дополнительный прирост товарооборота можно определить следующим образом

$$\Delta T_{цi} = \Delta C_i \cdot K_{эi/cи} \quad (8.15)$$

где $\Delta T_{цi}$ – прирост товарооборота i – го продукта за счет снижения цены, %;

ΔC_i – снижение цены на i –ый продукт, %;

$K_{эi/cи}$ – коэффициент эластичности спроса на i –ый продукт по цене, (ед).

Рост объема продаж способствует снижению уровня условно-постоянных затрат, что является фактором повышения рентабельности продаж.

Расчеты прироста рентабельности продаж осуществлялись по формуле

$$\Delta P_{ni} = Y_{nзci} - \frac{Y_{nзci}}{I_{Tци}} \quad (8.16)$$

где ΔP_{ni} – прирост рентабельности продаж i -го продукта, %%;

$Y_{nзci}$ – удельный вес условно-постоянных затрат в цене по 1-му варианту i – го продукта, %%;

$I_{Tци}$ – индекс роста товарооборота i -го продукта за счет снижения цен, (ед), который определяется следующим образом по формуле

Таблица 8.6 – Состав затрат и расчет возможного увеличения рентабельности продукции при снижении цены на замороженные грибы (руб.)

Показатели	Замораживание			Сушка – кольцевик	Сублимационная сушка		Грибные композиции	
	Шампинь- он	Оенок зимний	Оенок летний		Вешенка	Мейтаке	Основа – шампиньон	Основа – шиитаке
Условно-переменные затраты								
– стоимость сырья и материалов	1227,18	1412,56	2072,82	2036,41	4898,72	6822,31	4794,87	6776,41
– затраты на труд производственных работников	202,05	230	221,03	264,1	289,49	321,54	267,69	297,18
– топливо и электроэнергия для производственных целей	20,77	21,54	22,31	80	32,31	36,41	16,92	20
– прочие	81,03	81,03	81,03	60,51	67,44	67,44	74,87	74,87
Всего	1531,03	1745,13	2397,19	2441,02	5287,96	7247,7	5154,35	7168,46
Условно-постоянные затраты								
В %/к к величине затрат	572,82	572,82	572,82	551,54	587,69	587,69	587,69	587,69
В %/к к цене:	27,23	24,71	19,29	18,43	10,00	7,50	10,2	7,58
– по варианту 1	23,69	21,48	16,77	16,03	8,69	6,52	8,90	6,59
– по варианту 2	10,81	10,74	8,49	16,03	7,94	5,88	8,90	6,59
Коэффициент эластичности спроса по цене	1,4	1,4	1,4	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3
Снижение цены относительно варианта 2, %/к								
– вариант 1	54,38	50,0	49,35	–	20,53	21,54	–	–
Возможный прирост объема продаж, %/к								
– вариант 1	76,13	70,00	69,09	–	26,69	28,00	–	–
Прирост рентабельности продаж за счет снижения уровня условно-постоянных затрат в цене, %/к								
– при варианте 1	+10,24	+8,84	+6,85	–	+1,83	+1,43	–	–

$$I_{T_{\text{ци}}} = 1 + \frac{\Delta T_{\text{ци}}}{100} \quad (8.17)$$

Так для замороженных грибов дополнительный прирост рентабельности продаж при ценах варианта 1 колеблется от 6,85 % до 10,24 %. Для остальных продуктов эти показатели ниже в силу более низкой доли условно-постоянных затрат. Но в условиях существенного роста объемов продаж даже такие значения обеспечат значительное увеличение массы прибыли у производителей. Выделение в составе затрат на производство продукции условно-постоянных и условно-переменных позволяет рассчитать точку безубыточности, с помощью которой можно оценить минимальный объем производства, обеспечивающий нулевую прибыль. Точка безубыточности определяется по формуле

$$ТБ = \frac{ЗП}{У_{\text{мд}}} \quad (8.18)$$

где $ТБ$ – точка безубыточности, кг;

$ЗП$ – сумма постоянных затрат продукции, руб.;

$У_{\text{мд}}$ – доля маржинального дохода в цене продукции, доля ед.

Для разработанных новых продуктов были выполнены расчеты точки безубыточности, итоги которых приведены в таблице 8.7.

Таблица 8.7 – Расчет точки безубыточности для новых продуктов

Наименование продуктов	ЗП, руб.	МД, руб.	$У_{\text{мд}}$, ед.	ТБ, кг
Замороженные грибы:				
– шампиньон	572,82	886,92	0,367	609
– опенок зимний	572,82	921,54	0,346	646
– опенок летний	572,82	1018,21	0,298	750
Сублимационная сушка				
– вешенка	587,69	1471,03	0,218	1051
– мейтаке	587,69	1762,56	0,196	1169
Грибные композиции				
– на основе шампиньона	1725,13	3702,82	0,244	2757
– на основе шиитаке	1725,13	3912,05	0,235	2863
Сушеный грибной продукт				
– из кольцевика	1082,31	3236,67	0,196	2154

Полученные значения объемов производства характеризуют лишь минимальные их размеры, обеспечивающие равенство доходов и затрат в процессе текущей деятельности.

На следующем этапе расчетов была оценена финансовая эффективность, которая отражает возможности новых продуктов не только обеспечивать текущую прибыль, но и своевременно (в установленные нормативные сроки) возмещать дополнительные капитальные вложения и формировать положительный денежный поток. Расчеты были выполнены на примере наименее рентабельных продуктов – сублимированные грибы. Производство рассматриваемых инновационных продуктов может быть организовано на неполностью загруженных площадях и мощностях цехов по переработке грибной продукции в системе пищевой промышленности, сельского и ресторанного хозяйства. Данный подход не требует существенной перестройки производства и соответственно капитальных вложений.

При создании самостоятельных небольших специализированных цехов возникает необходимость в оценке эффективности капитальных вложений в данное производство.

При выполнении укрупненных финансовых расчетов была учтена информация реального цеха, на базе которого был осуществлен выпуск опытно-промышленной партии разработанных продуктов.

Дополнительные капитальные вложения, которые связаны с приобретением и установкой необходимого сублимационного оборудования, производительностью 80 т в месяц, и другого необходимого оборудования (холодильных камер и пр.) на арендованных площадях, могут составить на сегодняшний день примерно 180÷200 тыс. долл., или 4100 тыс. руб.

Учитывая сезонность получения сырья, производство сублимированных грибов может осуществляться примерно в течение 3 месяцев, остальное время оборудование будет использоваться для переработки других продуктов. Отсюда, на грибы будет приходиться лишь четвертая часть дополнительных капитальных вложений (1025 тыс. руб.) при возможном максимальном объеме производства в

год до 240 т. В современных условиях проект можно считать эффективным, если его срок окупаемости лежит в пределах 3-х лет.

Оценка эффективности проекта по величине чистого денежного потока представлена в таблице 8.8.

Таблица 8.8 – Оценка финансовой составляющей эффективности производства сублимированных грибов при сроке окупаемости 3 года

Показатели	1-й год	2-й год	3-й год	Всего
Дополнительные капитальные вложения, тыс. руб.	1025,0	–	–	1025,0
Объем производства, т				
- вешенка	75	90	110	275
- мейтаке	75	90	110	275
Выручка от реализации, тыс. руб.				
Всего, в т. ч.	11826	14192	17346	43364
- вешенка	5069	6082	7436	18587
- мейтаке	6756	8110	9910	24700
Прибыль (при 15,0 % рентабельности продукции), тыс. руб.	1774	2128	2603	6505
Дисконтированный поток прибыли при ставке дисконта 20 %, тыс. руб.	1480	1477	1505	4462
Чистый дисконтированный поток, тыс. руб.	–	–	–	3436

Результаты расчетов подтверждают эффективность проекта даже в условиях неполного освоения мощности в первые два года работы, реализации продукции по средним ценам, сложившимся на рынке на аналогичные продукты и невысоком уровне рентабельности.

Относительно невысокие цены и эластичность спроса позволяют получить дополнительный экономический эффект от роста объема продаж, что обеспечивает прирост рентабельности в интервале от 0,97 % до 10,24 %. Высокая рентабельность даже при самых скромных расчетах и нормативном сроке окупаемости – 3 года обеспечивает финансовый эффект в сумме 3,436 млн руб.

Таким образом, экономические расчеты подтверждают эффективность инновационных продуктов, обеспечиваемую усовершенствованными

технологиями переработки и хранения культивированных грибов. Это подтверждается высоким уровнем рентабельности при цене, адекватно отражающей качественные параметры продуктов.

Выводы по главе 8

Разработано информационное обеспечение товароведно-технологического процесса хранения и переработки культивируемых грибов. Это позволило применить компьютеризированный метод учета культивируемых грибов, поступающих для дальнейшей переработки и продажи с целью оценки качества каждой партии грибов по индивидуальной органолептической шкале, получения рекомендаций по дальнейшей переработке, хранению и реализации грибов, формирования статистики по продажам и остаткам товаров для оперативного прогнозирования. Разработаны рекомендации по хранению и переработке всех исследуемых видов свежих культивируемых грибов.

Экономическими расчетами подтверждена эффективность инновационных продуктов, обеспеченная усовершенствованными технологиями переработки и хранения культивированных грибов. Это отражается в высоком уровне рентабельности при цене, адекватно соответствующей качественным параметрам продуктов.

Получен дополнительный экономический эффект от роста объема продаж, относительно невысоких цен и эластичности спроса. Это обеспечивает прирост рентабельности в интервале от 0,97 % до 10,24%. Высокая рентабельность даже при скромных расчетах и нормативном сроке окупаемости (3 года) гарантирует финансовый эффект в сумме 3,436 млн руб.

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 сохраняемости 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 сохраняемости 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 отдают 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 аспаратаминотрансферазы 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 $2 \pm 0,5$ °С увеличивает срок хранения вешенки и шампиньонов до 7 суток, опят 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 превалирующего 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, кашированных 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 дальнейшей 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 культивированных 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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрова, М.Н. Лекарственная ценность культивируемых грибов / М.Н. Александрова, К.А. Чусовитина // В книге: Вклад молодых ученых в развитие АПК. Сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Екатеринбург, 2021. – С. 75–77.
2. Алексеева, К.Л. Производство съедобных грибов: импортозамещение и перспективы развития / К,Л, Алексеева // Картофель и овощи. – 2024. – № 7. – С. 21–25.
3. Ананьева, Е.П. Состав и биологическая активность углеводных фракций *Pleurotus ostreatus* / Е.П. Ананьева, С.В. Турина, Н.В. Кожемякина // Проблемы медицинской микологии. – 2007. – Т. 9. – № 1. – С. 30–32.
4. Антиинфекционные свойства препарата «Микотон», созданного на основе грибных биополимеров / Л.Ф. Горовой [и др.] // Успехи медицинской микологии. – 2001. – Т. 1. – С. 273–274.
5. Антимикробная и регенерирующая способность биокомпонентов гриба *Lentinus edodes* (шиитакэ) / Е.В. Милькова [и др.] // Успехи медицинской микологии. 2001. – Т. 1. – С. 284–285.
6. Антимикробные свойства представителей вида *Laetiporus sulphureus* (Fr.) Bond et Sing / О.В. Тихонова [и др.] // Успехи медицинской микологии. 2001. – Т. 1. – С. 313–315.
7. Антимикробные, антитоксические, радиопротекторные и радиосорбционные свойства новой биологически активной добавки к пище «Экстракт мицелия вешенки «ОВО-Д» / В.П. Герасименя [и др.] // Успехи медицинской микологии. – 2001. – Т. 1. – С. 265–267.
8. Антиоксидантные, радиозащитные и противовирусные свойства экстрактов мицелия гриба *Laetiporus sulphureus* / А.Н. Капич [и др.] // Успехи медицинской микологии. Материалы второго Всероссийского конгресса по

медицинской микологии. – М.: Национальная Академия Микологии, 2004. – Т. 3. – С. 146–148.

9. Антитретовирусная активность некоторых видов высших базидиальных грибов / П.Г. Рытик [и др.] // Русский журнал «СПИД, рак и общественное здоровье». – 2007. – Т. 1. – С. 59–61.

10. Арефьев, С.П. Системный анализ биоты дереворазрушающих грибов / С.П. Арефьев. – Новосибирск: Наука, 2016. – 260 с.

11. Бабаянц, О.В. *Phallus impudicus* L.: Pers. – перспективы использования в медицине / О.В. Бабаянц, М.А. Бушулян, М.А. Залогина // Успехи медицинской микологии. – 2006. – Т. 7. – С. 240–242.

12. Бакайтис В.И. Пищевая ценность дикорастущих *Cantharellus cibarius* L, произрастающих на территории Западной Сибири, свежих и переработанных (Fresh and processed wild *Cantharellus cibarius* L. growing in West Siberia: food value) / В.И. Бакайтис, О.В. Голуб, Ю.Ю. Миллер // Foods and Raw Materials. – 2021.-vol. 9. – no 2.– pp. 234–243.

13. Бакайтис, В.И. Теоретическое и экспериментальное обоснование повышения потребительских свойств и сохраняемости грибной продукции: диссертация ... д-ра техн. наук: 05.18.15 / В.И. Бакайтис – Новосибирск, 2006. – 406 с.

14. Басалаева, С.Н. Исследование безопасности и сохраняемости дикорастущих грибов / дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15. – Кемерово, 2009. — 148 с.

15. Беккер, З.Э. Физиология и биохимия грибов: монография. / З.Э. Беккер. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. – 230 с.

16. Белокрылова, Л.В. Качество дикорастущих грибов при замораживании и хранении: диссертация ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Л.В. Белокрылова – Новосибирск, 2006. – 145 с.

17. Билынский, Б.Т. Иммунологические механизмы естественной противоопухолевой резистентности. / Б.Т. Билынский, Н.А. Воловко, Я.В. Шпарык // – Киев: Наукова думка, 1991. – 248 с.

18. Бирюков, В.В. Основы промышленной биотехнологии: учебное пособие для вузов / В.В. Бирюков. 3-е изд. исп. и доп. – М.: Наука, 2024. – 318 с.
19. Бирюкова, Т.В. Основные векторы развития российского рынка грибов / Т.В. Бирюкова, Т.И. Ашмарина // Международный научный журнал. – 2020. – № 2. – С. 14–18.
20. Бисько, Н.А. Перспективы использования лекарственного гриба *Ganoderma lucidum* в лечебно-профилактических целях / Н.А. Бисько, Н.Ю. Митропольская // Успехи медицинской микологии. – 2006. – Т.1. – С. 234–235.
21. Блажей, А. Фенольные соединения растительного происхождения / А. Блажей, Л. Шутый. – М.: Мир, 1977. – 158 с.
22. Блинова, О.А. Разработка пищевой белковой добавки на основе культивируемых грибов шампиньона двуспорового и смеси зернового мицелия / О.А. Блинова, А.Н. Григорьева // В сборнике: Вклад молодых ученых в аграрную науку. Сборник трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО Самарской ГСХА. – 2014. – С. 283–287.
23. Болдырев, В.В. Механохимия и механохимическая активация твердых веществ / В.В. Болдырев // Успехи химии. – 2006. – Т. 75. – № 3. – С. 203–216.
24. Борщевская, М.И. Развитие представлений о биохимии и фармакологии меланиновых пигментов / М.И. Борщевская, С.М. Васильева // Вопросы медицинской химии. – 1999. – № 4. – С. 54–66.
25. Бочаров, В.А. Исследование некоторых способов сушки культивируемых грибов / В.А. Бочаров, Н.Е. Назарова, О.Н. Зуева // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1. – С. 89–93.
26. Бриттон, Г. Биохимия природных пигментов: монография. / Г. Бриттон. – М.: Мир, 1986. – 422 с.
27. Бубенчикова, В.Н. Стандартизация сырья Девясила иволистного (*Inula salicina* L.) по содержанию гидроксикоричных кислот / В.Н. Бубенчикова, А.В. Азарова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – С. 197–199.

28. Бухало, А.С. Высшие съедобные базидиомицеты в чистой культуре: монография. / А.С. Бухало. – К.: Наук. думка, 1988. – 144 с.

29. Бухаров, М.Н. Инструментальные средства для создания систем гибридного интеллекта / М.Н. Бухаров // Вестник РосНОУ. Сер. «Сложные системы: модели, анализ и управление». – 2018. – № 1. – С. 98–105.

30. Бухарова, А.Р. Промышленные технологии в грибоводстве Российской Федерации / А.Р. Бухарова, В.Н. Хлусов // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2022. – № 43 (48). – С. 6–11.

31. Велешко, И.Е. Использование меланина из трутовика настоящего (*Fomes fomentarius*) для удаления радионуклидов ^{233}U , ^{239}Pu и Eu из растворов / И.Е. Велешко, А.Н. Велешко, Е.В. Румянцева [и др.] // Труды Белорусского государственного университета. – 2011. – Т. 6. – Ч. 1. – С. 144–151.

32. Великанов, Л.Л. Некоторые вопросы экологии грибов (пути формирования основных экологических групп грибов, их место и роль в биогеоценозах) / Л.Л. Великанов, Г.Д. Успенская // В кн. Итоги науки и техники. Сер. Ботаника. – М.: ВИНТИ. – 1980. – Т. 4. – С. 49–105.

33. Ветчинкина, Е.П. Динамика образования гликопротеинов и высокомолекулярных фенолов. / Е.П. Ветчинкина, В.Е. Никитина, В.Г. Бабицкая [и др.] // – М.: Академия, 2015. – 151 с.

34. Викулова, О.И. Инновационные технологии выращивания и переработки культивируемых съедобных грибов. В сборнике: Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты / О.И. Викулова // материалы III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Нальчик, 2023. – С. 261–263.

35. Власенко, В.А. Изучение противовирусной активности лекарственных грибов рода *Phellinus* S.L. в Западной Сибири / В.А. Власенко, Т.В. Теплякова, Н.А. Мазуркова [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1. – С. 111–122.

36. Вода в пищевых продуктах / Под ред. Р.Б. Дакуорта. - Пер. с англ. – М.: Пищевая промышленность, 1986. – 376 с.

37. Водорастворимые эндополисахариды плодовых тел *Laetiporus sulphureus* (Buill.: Fr) Murr. / Д. Н. Оленников [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2009. – Т. 45. – № 5. – С. 597–605.

38. Возможности криоконсервации редких макромицетов. Их биоразнообразие / Л. Н. Налепина [и др.] // Аграрная Россия. – 2001. – № 2. – С. 40–44.

39. Габуда, С.П. Связанная вода: факты и гипотезы / С.П. Габуда. - Новосибирск: Издательство «Наука», сибирское отделение, 1982. – 159 с.

40. Галынкин, В. А. Промышленная микология / В.А. Галынкин, Н.А. Заикина, И.В. Миндукшев. - 3-е изд. исп. и доп. – СПб.: СПХФА, 2019. – 220 с.

41. Галынкин, В.А. Программы роста и индукции дыхательных систем лекарственных грибов. Обзор / В.А. Галынкин. – СПб.: СПХФА, 2020. – 185 с.

42. Гарибова, Л.В. Грибы от А до Я. Иллюстрированный справочник / Л.В. Гарибова. – М.: ЗАО «Фитон+», 2007. – 192 с.

43. Гашникова, Н.М. Анतिретровирусная активность меланинов из природной и культивируемой чаги (*Inonotus obliquus*) / Н.М. Гашникова, С.М. Балахнин, Т.В. Теплякова [и др.] // Материалы VI Всероссийского конгресса по медицинской микологии, 2014. – Т. 12. – С. 299–301.

44. Гвоздикова, Т.С. Разработка путей стабилизации биологически активной добавки «летипорин» / Т.С. Гвоздикова, Т.В. Черноок, В.Г. Бабицкая // Успехи медицинской микологии. – 2006. – Т. 6. – С. 185–187.

45. Гвоздикова, Т.С. Глубинный мицелий ксантофилсодержащего гриба *Laetiporus sulphureus* – основа новой биологически активной добавки / Т.С. Гвоздикова, Л.Т. Мишин, Т.В. Черноок [и др.] // Успехи медицинской микологии. – 2004. – Т. 3. – С. 218–220.

46. Генин, С.А. Технология сушки картофеля, овощей и плодов / С.А. Генин. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 193 с.

47. Герасименко, Д.В. Антибактериальная активность водорастворимых низкомолекулярных хитозанов в отношении различных микроорганизмов / Д.В.

Герасименко, И.Д. Авдиенко, Г.Е. Банникова [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2014. – Т. 40. – № 3. – С. 301–306.

48. Герасименя, В.П. Антимикробные, антиоксидантные, радиопротекторные и радиосорбционные свойства новой биологически активной добавки к пище «Экстракт мицелия вешенки «ОВО-Д» / В.П. Герасименя // Успехи медицинской микологии. – 2001. – Т. 1. – С. 265–267.

49. Гзогян, Л.А. Трипсиноподобные протеиназы и ингибиторы трипсина в плодовых телах высших грибов / Л.А. Гзогян, М.Т. Проскуряков, Е.В. Иевлева, Т.А. Валуева // Прикладная биохимия и микробиология. – 2005. – Т. 41, – № 6. – С. 612–615.

50. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов: СанПиН 2.3.2.1078-01: утв.гл. сан. врачом РФ 14.11.01: ввод в действие с 01.07.02. – М.: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. – 168 с.

51. Гилева, И.П. Противовирусные белки из базидиального гриба *Daedaleopsis confragosa* / А.В. Бардашева, Н.М. Гашникова, С.М. Балахнин, Е.И. Казачинская, Т.А. Косогова, Т.В. Теплякова // Материалы VI Всероссийского конгресса по медицинской микологии, 2014. – № 1. – С. 205–209.

52. Гинзбург, А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов / А.С. Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528 с.

53. Голицын, В.П. Исторические аспекты развития и применения импульсных процессов интенсификации массопередачи на границе раздела фаз [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа: http://www.npovisp.ru/publications_07.php, свободный. - Загл. с экрана. – (Дата обращения: 08.05.2012).

54. Голощев, А.М. Очистка и изучение иммуномодулирующих свойств экстракта из плодовых тел *Pleurotus ostreatus* / А.М. Голощев, Ю.О. Максимова, М.М. Шамцян // Успехи медицинской микологии. – 2003. – Т. 1. – С. 176–179.

55. Гончарова, Н.В. Полисахариды клеточной стенки базидиомицета *Coriolus hirsutus* / Н.В. Гончарова // Прикладная биохимия и микробиология. – 1996. – Т. 32. – Вып. 4. – С. 434–437.

56. Гордиенко, Н.И. Влияние экстрагента на компонентный состав фенольного комплекса, извлекаемого из коры лиственницы Гмелина / Н.И. Гордиенко, Т.Е. Федорова, С.З. Иванова, В.А. Бабкин // Химия растительного сырья. – 2008. – № 2. – С. 35–38.

57. Горленко, М.В. Грибы как источник пищевых белков / М.В. Горленко // Микология и фитопатология. – 1983. – Т. 17 – Вып. 3. – С. 177–181.

58. Горлов И.Ф. Грибы вешенка – экологически чистая пищевая добавка / И.Ф. Горлов, Е.В. Шиндялова, А.М. Абдрахманова // Пищевая промышленность. Москва. – 1998. – № 7. – С. 84–85.

59. Горовой, Л.Ф. Препарат Микотон, полученный из высших базидиальных грибов /Л.Ф. Горовой // Успехи медицинской микологии. – 2001. – Т. 1. – С. 271–273.

60. Городецкий, В.И. Искусственный интеллект – наука и информационная технология: настоящее и будущее / В.И. Городецкий // Материалы конференции «Информационные технологии в управлении», 2020. – С. 3–14.

61. Горшина, Е.С. Грибы рода *Trametes* fr. как объекты биотехнологии / Е.С. Горшина // Современная микология в России. Том 2. Материалы 2-го Съезда микологов в России. – М: Национальная академия микологов, 2008. – С. 548.

62. Горшина, Е.С. Биотехнологический препарат лекарственного гриба *Траметеса* / Е.С. Горшина, М.М. Скворцова, В.Г. Высоций // Успехи медицинской микологии. – 2016. – Т. 1. – С. 274–276.

63. Горшина, Е.С. Технология получения биологически активной субстанции лекарственного гриба *кориола опушенного* / Е.С. Горшина, М.М. Скворцова, В.В. Бирбков // Биотехнология. – 2013. – № 2. – С. 45–53.

64. Горшков, С.В. Онтологическое моделирование предприятий: методы и технологии: монография; [отв. ред. С. В. Горшков]; предисл. С. В. Горшкова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 236 с.

65. ГОСТ 10354–82. Пленка полиэтиленовая. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2007. – 23 с.
66. ГОСТ 10444.12–88. Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов. – М.: Стандартиформ, 2008. – 6 с.
67. ГОСТ 10444.15–94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. – 4 с.
68. ГОСТ 13340.1–77. Овощи сушеные. Методы определения массы нетто, формы и размера частиц, крупности помола, дефектов по внешнему виду, соотношения компонентов, органолептических показателей и развариваемости. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 6 с.
69. ГОСТ 13341–77. Овощи сушеные. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 3 с.
70. ГОСТ 24027.2–80. Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла. – М.: Стандартиформ, 2008. – 10 с.
71. ГОСТ 25776–83. Продукция штучная и в потребительской таре. Упаковка групповая в термоусадочную пленку. – М.: Гос. Комитет СССР по стандартам, 1989. – 9 с.
72. ГОСТ 26663–85. Пакеты транспортные. Формирование с применением средств пакетирования. Общие технические требования. – М.: Стандартиформ, 2001. – 7 с.
73. ГОСТ 25555.4–91. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения золы и щелочности общей и водорастворимой золы / Овощи сушеные. Технические условия. Методы анализа: Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. – 4 с.
74. ГОСТ 26930–86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 6 с.
75. ГОСТ 28561–90. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 9 с.

76. ГОСТ 30178–96. Сырье и продукты пищевые. Атомно- абсорбционный метод определения токсичных элементов. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. – 8 с.

77. ГОСТ Р 52814–2007. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. – М.: Стандартинформ, 2010. – 22 с.

78. ГОСТ Р 52816–2007. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформные бактерии). – М.: Стандартинформ, 2010. – 18 с.

79. ГОСТ Р 53029–2008. Процессы переработки фруктов, овощей и грибов технологические. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2009. – 6 с.

80. ГОСТ 8.579–2019. Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к количеству фасованных товаров при их производстве фасовании. Продаже и импорте. – М.: Стандартинформ, 2019. – 20 с.

81. ГОСТ Р 51074–2003. Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2006. – 41 с.

82. ГОСТ Р 51740–2001. Технические условия на пищевые продукты. Общие требования к разработке и оформлению. – М.: Госстандарт России, 2001. – 41 с.

83. ГОСТ 34959–2023. Грибы вешенки обыкновенные свежие культивируемые. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2024. – 11 с.

84. ГОСТ-34958-2023. Грибы шампиньоны свежие культивируемые. – М.: Стандартинформ, 2024. – 13 с.

85. ГОСТ Р 55465–2013. Грибы быстрозамороженные. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 22 с.

86. ГОСТ 33318–2015. Грибы сушеные. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016. – 12 с.

87. Гофман, Ю.Я. Определение ингибитора трипсина в семенах гороха / Ю.Я. Гофман, И.М. Вайсблай // Прикладная биохимия и микробиология. – 1975. – Т. 11. – №5. – С. 777–783.

88. Гравитис, Я.А. Теоретические и прикладные аспекты метода взрывного автогидролиза растительной биомассы / Я.А. Гравитис // Химия древесины. – 1987. – №5. – С. 3–21.

89. Грибы и грибоводство / Под ред. П.А. Сычева. – М.: ООО «Издательство АСТ», Донецк: «Сталкер», 2003. – 511 с.

90. Губарева, К.В. Разработка численно-аналитических методов математического моделирования процессов переноса тепла в твердых телах и жидкостях / К.В. Губарева, А.В. Еремин. – Самара: Самарский государственный технический университет, 2024. – 173 с.

91. Давыдова, В.Н. Антивирусная активность хитозанов: зависимость от структуры и способа деполимеризации / В.Н. Давыдова, В.П. Нагорская, В.И. Горбач, А.А. Калитник [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2011. – Т. 47. – № 1. – С. 103–108.

92. Девочкина, Н.Л. Инвестиционная привлекательность промышленного грибоводства / Н.Л. Девочкина, Л.Г. Дугуниева, А.Ф. Разин, М.И. Иванова, Р.Д. Нурметов // Экономика сельского хозяйства России. – 2018. – № 11. – С. 52–59.

93. Девочкина, Н.Л. Инновационные технологии и технические средства для промышленного производства культивируемых грибов. Учебное пособие. / Н.Л. Девочкина, С.В. Мукиенко, В.Г. Селиванов, А.А. Рубцов. – Москва, 2021. – 242 с.

94. Девочкина, Н.Л. Статус производства грибов: глобальный и национальный сценарий / Н.Л. Девочкина, Т.Н. Сурихина, М.И. Иванова // Овощи России. – 2024. – № 6. – С. 84–92.

95. Дикорастущие ягоды, грибы, папоротники Сибири: товароведно-технологический аспект: монография / В.И. Бакайтис, И.Э. Цапалова, Е.Н. Степанова и др. – Новосибирск: СибУПК, 2018. – 186 с.

96. Досон, Р. Справочник биохимика: справочное пособие / Р. Досон, Д. Эллиот, У. Эллиот, К. Джонс. – М.: Мысль, 1991. – 544 с.

97. Древаль, К.Г. Целлюлазы из культуральной жидкости базидиомицетов / К.Г. Древаль, М.Н. Бойко // *Biotechnologia Acta*. – 2013. – Т. 6. – Вып. 2. – № 150. – С. 107–114.

98. Дренин, А.А. Флавоноиды и изофлавоноиды трех видов растений родов *Trifolium* L. и *Vicia* L.: автореф. дисс. канд. хим. наук / А.А. Дренин. Сургут: СурГУ ХМАО–Югры, 2008. – 24 с.

99. Дриль, А.А. Перспективы разработки технологии и рецептур грибных соусов на основе вешенки обыкновенной / А.А. Дриль // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49. – № 4. – С. 505–512.

100. Дриль, А.А. Формирование потребительских свойств продукции общественного питания на основе полуфабриката из культивируемых грибов вешенки обыкновенной: специальность 05.18.15 «Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дриль Анастасия Александровна, 2020. – 283 с.

101. Дриль, А.А. Использование пастообразного полуфабриката из вешенки обыкновенной в рецептурах мясных рубленых изделий / А.А. Дриль, К.С. Долина, Д.В. Моторина, Л.А. Маюрникова // Пищевая промышленность. – 2020. – № 2. – С. 20–23.

102. Дриль, А.А. Перспективы разработки продукции общественного питания на основе культивируемых грибов вешенка обыкновенная / А.А. Дриль, Л.А. Маюрникова, Л.Н. Рождественская // Ползуновский вестник. – 2019. – № 3. – С. 71–81.

103. Дриль, А.А. Комплексный подход к разработке технологии приготовления супов из вешенки обыкновенной / А.А. Дриль, А.Н. Сапожников // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 10 (151). – С. 153–159.

104. Дриль, А.А. Комплексный подход к системе производства продукции из культивируемых грибов: прослеживаемость показателей качества / А.А. Дриль, Л.Н. Рождественская, М.С. Калинина, А.Е. Ахметжанова // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2019. – № 2–2 (50). – С. 189–197.

105. Дудаева, А.А. Глубокий анабиоз и его роль в биологии и медицине / А.А. Дудаева // Проблемы криобиологии. – 2001. – № 3. – С. 93–94.

106. Дудка, И. А. Методы экспериментальной микологии: справочник / И.А. Дудка, С.П. Вассер, И.А. Элланская. – К.: Наук. думка, 1982. – 550 с.
107. Дудка, И.А. Грибы. Справочник миколога и грибника / И.А. Дудка, С.П. Вассер. – К.: Наук. думка, 1987. – 535 с.
108. Дыйканова, М.Е. Культивируемые съедобные грибы. Учебное пособие. / М.Е. Дыйканова, М.А. Бочарова, М.В. Воробьев, В.И. Терехова. – Москва, 2023. – 253 с.
109. Еленов, Н.П. Некоторые микробные полисахариды и их практическое применение / Н.П. Еленов // Успехи микробиологии. – 1982. – № 17. – С. 158–177.
110. Ермолаев, В.А. Исследование процессов сублимационной сушки ягод / В. А. Ермолаев, Г. А. Масленникова, Н. А. Комарова, Д. Е. Федоров // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 1(20). – С. 67–70.
111. Жаркова, Е.К. Микробиологические препараты в лекарственном растениеводстве / Е.К. Жаркова, А.А. Ванькова, Н.В. Дренова // В сборнике: 90 лет – от растения до лекарственного препарата: достижения и перспективы. Сборник материалов юбилейной международной научной конференции. Москва, 2021. – С. 112–118.
112. Жук, Ю.Т. Консервирование и хранение грибов / Ю.Т. Жук. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 144 с.
113. Заикина, Н.А. Основы биотехнологии высших грибов / Н.А. Заикина, А.Е. Коваленко // С-Пб.: СПбХФИ, 2017. – 142 с.
114. Зарицкая, В.В. Перспективы использования грибов рода Вешенка *PLEUROTUS (FR.) P. KUMM* в производстве колбасных изделий / В.В. Зарицкая, Н.А. Кочунова // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – № 4 (44). – С. 157–164.
115. Зобкова, З.С. Новые методы контроля биохимического состава продуктов с компонентами нетрадиционного сырья / З.С. Зобкова, С.А. Щербакова // Молочная промышленность. – 2002. – № 7. – С. 11–13.
116. Ибрагимова, Ж. Б. Противогриппозная активность водных экстрактов макро- и микромицетов в экспериментах *in vitro* и *in vivo* / Ж.Б. Ибрагимова, Е.З.

Макаревич, Т.А. Косогова, О.Ю. Мазурков [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – С. 194–199.

117. Игруша, В.А. Формализация описания технологических процессов изготовления деталей машиностроения на основе онтологии и объектно-ориентированных баз данных / В.А. Игруша, С.С. Сосинская // Онтология проектирования. – 2017. – № 1 (7). – С. 77–88.

118. Изучение глубинной культуры *Laetiporus sulphureus* / О.В. Тихонова [и др.] // Современная микология в России: сб. ст. – М.: Национальная академия микологии, 2002. – Т. 1. – С. 257.

119. Изучение противовирусной активности экстрактов, выделенных из базидиальных грибов, в экспериментах *in vitro* и *in vivo* в отношении штаммов вируса гриппа разных субтипов / А.С. Кабанов [и др.] // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. – 2011. – № 1. – С. 40–43.

120. Изучение противовирусной эффективности экстрактов из базидиальных грибов в отношении вируса гриппа птиц / А.С. Кабанов [и др.] // Иммунопатология, Аллергология, Инфектология. – 2009. – № 2. – С. 185–186.

121. Изучение противовирусной эффективности экстрактов, выделенных из базидиальных грибов, в отношении вируса гриппа птиц / А.С. Кабанов [и др.] // Достижения современной биотехнологии. Сборник научных трудов под ред. И. Г. Дроздова, 2008. – С. 111–119.

122. Иконникова, Н.В. Меланиновые пигменты грибов *Lentinus edodes* и *Ganoderma lucidum* / Н.В. Иконникова // «Успехи медицинской микологии» под общ. ред. Сергеева Ю.В. Материалы пятого всероссийского конгресса по медицинской микологии. – Москва, 2007. – Т. 9. – С. 209–221.

123. Ильин, Д.Ю. Съедобные культивируемые грибы, обогащенные германием, как перспективная разработка в области пищевой химии / Д.Ю. Ильин // В сборнике К 65-летию ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА. Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава. ВО Пензенская ГСХА, Межотраслевой научно-информационный центр (МНИЦ). Пенза, 2016. – С. 179–181.

124. Иммунотропные свойства 1→3; 1→6-β-D глюконов / Н.Н. Беседнова [и др.] // Антибиотики и химиотерапия. – 2000. – № 2. – С. 37–44.

125. Капич, А.Н. Антиоксидантные, радиозащитные и противовирусные свойства экстрактов мицелия гриба *Laetiporus sulphureus* в условиях глубинного культивирования / А.Н. Капич, Т.С. Гвоздкова, З.Б. Квачева, С.Н. Николаева [и др.] // Успехи медицинской микологии. – 2014. – Т. 3. – С. 146.

126. Карнаух, В.В. Теплоиспользующие холодильные машины и тепловые насосы: Учебное пособие для студентов очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, профиль: Холодильные машины и установки / В.В. Карнаух, М.А. Пундик, Ю.В. Пьянкова. – Донецк: Государственная организация высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», 2019. – 112 с.

127. Квачева, З.Б. Противовирусная активность экстрактов мицелия базидиального гриба *Laetiporus sulphureus* / З.Б. Квачева, А.Н. Капич, В.И. Вотяков, С.Н. Николаева // Успехи медицинской микологии. – 2005. – Т.5. – С. 271–273.

128. Киселева, О.В. Морфологические особенности базидиального гриба *Laetiporus sulphureus* в поверхностной и глубинной культуре / О.В. Киселева, П.В. Миронов, Ю.А. Литовка // Вестник Красноярского Государственного аграрного университета. – 2012. – № 1. – С. 91–95.

129. Киселева, О.В. Глубинное культивирование серно-желтого трутовика с целью получения белковой биомассы / О.В. Киселева, П.В. Миронов, Ю.А. Литовка, С.В. Терентий // Химия растительного сырья. – 2011. – №4. – С. 337–338.

130. Клиническая эффективность микотона в лечении хронических поражений верхних отделов пищеварительного тракта / Г. В. Бекетова [и др.] // Успехи медицинской микологии. – 2001. – Т. 1. – С. 229–230.

131. Ковалева, А.В. Антиоксидантные свойства дереворазрушающих макромицетов / А.В. Ковалева // Вестник донецкого национального университета. – 2018. – № 1. – С. 136–139.

132. Ковалева, Г.К. Биологические особенности и биохимический состав ксилотрофных базидиомицетов *Fomitopsis officinalis* BOND. ET SING., *Ganoderma applanatum* (PERS.) PAT. и *Trametes versicolor* PILAT: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра биол. наук: / Г.К. Ковалева. – М.: СибГТУ, 2009. – 23 с.

133. Ковалева, Г.К. Биологические свойства и продуктивность нового штамма базидиомицета G.a.-04 *Ganoderma applanatum* (Pers. ex Wallr.) Pal / Г.К. Ковалева, Т.И. Громовых // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 3. – С. 70–73.

134. Кожемякина, Н.В. Иммунобиологическая активность мицелия *Fomes fomentarius* Fr. и выделенных из него углеводных фракций / Н.В. Кожемякина, Е.П. Ананьева, С.В. Гурина // Проблемы медицинской микологии. – 2010. – Т. 12. – № 1. – С. 27–30.

135. Коллекция культур лекарственных грибов Западной Сибири как основа для дальнейших биотехнологических исследований / И.А. Горбунова [и др.] // Иммунопатология, аллергология, инфектология. – 2009. – № 1. – С. 39–40.

136. Колтов, П.Н. Сушильные технологии как средства экстрагирования биологически активных веществ из грибов / П.Н. Колтов // Вестник НГУ. – 2022. – Т. 2. – С. 318–326.

137. Колтов, П.Н. Сушильные технологии в пищевой промышленности / П.Н. Колтов. – Самара: Прогресс, 2019. – 197 с.

138. Копылов, А.Т. Количественный масс-спектрометрический анализ содержания белков в биологических пробах без использования изотопных меток / А.Т. Копылов, В.Г. Згода, А.И. Арчаков // Биомедицинская химия. – 2009. – Т. 55. – В. 2. – С. 125–139.

139. Коренев, Ф.К. Улучшение качественных параметров экстрагирования физиологически ценных компонентов грибов / Ф.К. Коренев // Вестник ТИУ. – 2021. – № 3. – С. 29–35.

140. Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов: ГОСТ Р 26176–1991. – М.: Комитет стандарт. и метрологии, 1984. – 9 с.

141. Коротич, М.В. Способы определения активности антиоксидантов / М.В. Коротич // Журнал физической химии. – 2020. – Т. 5. – № 3. – С. 433–439.
142. Корюшкин, С.С. Флавоноиды / С.С. Корюшкин. – Тюмень: Академия, 2020. – 232 с.
143. Косогова, Т.А. Выделение в культуру лекарственных видов базидиальных грибов / Т.А. Косогова, Т.В. Теплякова // Материалы 5 съезда Общества биотехнологов России им. Ю. А. Овчинникова. Москва, 2–4 декабря 2008 г. / Под ред. Р. Г. Василовой. – М.: ИАЦ, 2008. – С. 273–275.
144. Косогова, Т.А. Штаммы базидиальных грибов юга Западной Сибири – перспективные продуценты биологически активных препаратов: автореф. дисс... канд. биол. наук / Т.А. Косогова. – Кольцово: ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор», 2013. – 26 с.
145. Красников, А.В. Аккумуляция тяжелых металлов дикорастущими и культивируемыми грибами (обзор) / А.В. Красников, В.С. Селихова, Е.С. Красникова // Инновации и продовольственная безопасность. – 2021. – № 1 (31). – С. 61–66.
146. Красуцкий, Б.В. Первые данные о ксилотрофных базидиальных грибах (Fungi, Basidiomycetes) Челябинского городского бора / Б.В. Красуцкий // Вестник Ишимского Государственного педагогического института им. П.П. Ершова. – 2013. – Вып.6. – № 12. – С. 39–45.
147. Круподерова, Т.А. Противовирусная активность мицелия базидиальных грибов в отношении вируса гриппа в экспериментах *in vitro* / Т.А. Круподерова, В.Ю. Барштейн, С.Л. Рыбалко // Успехи медицинской микологии. – 2014. – Т. 12. – С. 312–314.
148. Куинов, М.Е. Мейтаке и его лечебное применение при различных видах онкологии / М.Е. Куинов // Вестник Казанского технологического университета. – 2019. – Т.2. – № 2. – С. 122–127.
149. Куинов, М.Е. Современные аспекты развития нанобиотехнологии / М.Е. Куинов // Вестник Казанского технологического университета. – 2019. – Т.4. – № 1. – С. 132–143.

150. Кузнецова, Е.А. Ферменты: структура, свойства и применение: учебно-методическое пособие для высшего профессионального образования / Е.А. Кузнецова, Л.В. Черепнина. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2013. – 175 с.

151. Куликова, А.А. Методы и средства формирования и использования онтологий проектов в процессе проектирования автоматизированных систем. Дис. ... канд. тех. наук. – Иваново, 2021. – 207 с.

152. Куликова, Е.С. Потребительские свойства шампиньонов / Е.С. Куликова, М.И. Сулейманова, Е.А. Феоктистова // В сборнике: Актуальные проблемы инфекционной патологии и биотехнологии. Материалы XI-й Международной студенческой конференции, 2018. – С. 188–190.

153. Оценка биологической активности *Ganoderma lucidum* // Медико-фармацевтический форум. Тезисы докладов. – М., 2022. – С. 174–177.

154. Культов, П.Р. Клеточное строение грибов / П.Р. Культов. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2018. – 655 с.

155. Куприн, Е.О. Грибные лекарственные препараты / Е.О. Куприн // Вестник ОНЦ АМН России. – 2021. – № 2. – С. 18–23.

156. Кураленко, К.Ю. Пищевая ценность культивируемых грибов / К.Ю. Кураленко, К.А. Чусовитина // В книге: Вклад молодых ученых в развитие АПК. Сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 2021. – С. 77–79.

157. Лазарева, Т.Г. Анализ деятельности предприятий по выращиванию грибов в условиях обеспечения продовольственной безопасности / Т.Г. Лазарева, Е.Г. Александрова // В сборнике: Экономика России в условиях глобальных вызовов. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Курск, 2023. – С. 126–131.

158. Лазарева, Т.Г. Современные проблемы и перспективы развития грибоводства России / Т.Г. Лазарева, Е.Г. Александрова, Н.И. Власова // В сборнике: Приоритетные направления развития учетно-аналитических систем и процессов хозяйствующих субъектов в информационном обществе. Материалы

Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского государственного аграрного университета имени И. Т. Трубилина, 2023. – С. 247–251.

159. Латышев, В.В. Качественный и количественный состав флавоноидных соединений / В.В. Латышев // Химия растительного сырья. – 2019. – № 1. – С. 113–119.

160. Леннет, Э. Лабораторная диагностика вирусных и риккетсиозных заболеваний / Э. Ленет, Н. Шмидт. – М.: Наука, 1974. – 495 с.

161. Лифенцева, Л.В. Определение оптимальных параметров замораживания при низкотемпературной обработке культивируемых грибов шампиньонов и вешенки обыкновенной / Л.В. Лифенцева, Е.Н. Неверов, И.А. Короткий, А.Д. Тюнин // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 7 (196). – С. 200–208.

162. Лобанова, А.А. Исследование биологически активных флавоноидов в экстрактах из растительного сырья / А.А. Лобанова, В.В. Будаева, Г.В. Сакович // Химия растительного сырья. – 2004. – № 1. – С. 47–52.

163. Ловясин, А.К. Чага и ее лечебное значение / А.К. Ловясин. – Саратов: Вести, 2019. – 75 с.

164. Логинова, С.Я. Оценка токсичности неспецифических медицинских противовирусных средств, предназначенных для профилактики и лечения опасных и особо опасных вирусных инфекций / С.Я. Логинова, С.В. Борисевич, В.А. Максимов, В.П. Бондарев // Антибиотики и химиотерапия. – 2009. – № 3–4. – С. 11–14.

165. Ломовский, О.И. Механохимия в решении экологических задач: аналитический обзор / О.И. Ломовский, В.В. Болдырев. – Гос. публич. науч.-техн. б-ка Сиб. отд. Рос. акад. наук, ИХТТМ СО РАН, НГУ, Науч.-образ. центр «Молекулярный дизайн и экологически безопасные технологии». – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2016. – 221 с.

166. Лысак, В.В. Микробиология / В.В. Лысак, Р.А. Желдакова. – 3-е изд. исп. И доп. – Минск: БГУ, 2022. – 611 с.

167. Магур, С.Т. Антиоксидантная активность в биологических системах микромицетов. Математическое моделирование / С.Т. Магур // Вопросы медицинской химии. – 2020. – Т. 4. – С. 44–49.

168. Мазлоева, Ф.М. Перспективные штаммы гриба шампиньона двуспорового культивируемого в России / Ф.М. Мазлоева, З.С. Шибзухов // В сборнике: Актуальные вопросы аграрной науки. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти доктора биологических наук, профессора А.М. Биттирова. Нальчик, 2024. – С. 202–204.

169. Макарова, Е.В. Оценка потребительских свойств и сохраняемости вешенки обыкновенной культивируемой: диссертация ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Е.В. Макарова – Новосибирск, 2006. – 145 с.

170. Маммедова, Ш. Биоморфологические свойства грибов рода шампиньон (*AGARICUS*) / Ш. Маммедова, Г. Аннаева // Инновационная наука. – 2024. – № 5–2-2. – С. 12–13.

171. Мартынов, К.М. Лиофильная сушка / К.М. Мартынов. – С-Пб.: Ладога, 2019. – 293 с.

172. Мартенс Е.В. Товароведно-технологические аспекты повышения качества и сохраняемости соленых полуфабрикатов / дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15. – Новосибирск, 2007. – 160 с.

173. Маталин, Н.С. Химические компоненты сухого водного экстракта базидиомицетов / Н.С. Маталин // Химия растительного сырья. – 2018. – № 1. – С. 24–32.

174. Матвеевко, Е.В. Определение зависимости коэффициента диффузии и выхода экстрактивных веществ при экстракции древесной зелени *Juniperus sibirica* Burgsd этиловым спиртом различной концентрации / Е.В. Матвеевко, Н.А. Величко, С.В. Ушанов, Е.Н. Алешина // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2014. – № 6. – С. 260–263.

175. Машковский, М.Д. Лекарственные средства / М.Д. Машковский. – 17-е изд., перераб., испр., доп. – М: Новая волна, 2022. – 294 с.

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

177. 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.

178. 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. – 2015. – № 4–4 (13). – С. 140–143.

179. 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.

180. Медведкова, И.И. Анализ динамики массы и химического состава культивируемых грибов при замораживании / И.И. Медведкова, Н.А. Попова // В сборнике: Региональный рынок потребительских товаров и продовольственная безопасность в условиях Сибири и Арктики. материалы VIII Международной научно-практической онлайн-конференции. отв. ред. В. Г. Попов. – Тюмень, 2019. – С. 65–70.

181. 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.

182. 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.

183. 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.

184. 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. // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. – 2024. – № 2. – С. 72–78.

185. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253–21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». М.: Система Гарант, 2021. – 57 с.

186. Методы экспериментальной микологии: справочник / В.И. Билай. 3-е – Киев: Наукова думка, 2022. – 567 с.

187. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков и др. – Л.: Наука, 1987. – 103 с.

188. Микони, С.В. О качестве онтологических моделей / С.В. Микони // Онтология проектирования. – 2017. – № 3 (7). – С. 347–360.

189. Минаева, В.М. Развитие рынка грибов в России / В.М. Минаева, А.С. Тикунова, Е.С. Коломеева // В сборнике: НАУЧНАЯ СТАТЬЯ ГОДА – 2022. сборник статей V Международного научно-исследовательского конкурса. – Пенза, 2022. – С. 52–55.

190. Морможев, А.Г. Бизнес-план производство культивируемых грибов шампиньонов / А.Г. Морможев, А.А. Шибуков // В сборнике: Сборник эссе

студентов и учащихся школ по итогам Международных конкурсов эссе. – Нижний Новгород, 2020. – С. 32–40.

191. Мосин, Л.И. Профилактика генетических и онтогенетических последствий облучения / Л.И. Мосин // Вестник ВОГиС. – 2018. – Т. 4. – № 1. – С. 37–42.

192. Моторина, Д.В. Перспективы использования сушеных культивируемых дикорастущих грибов в производстве напитков и десертов / Д.В. Моторина, А.А. Дриль // В сборнике: Наука. Технологии. Инновации. Сборник научных трудов. В 9-ти частях. Под редакцией А.В. Гадюкиной. – 2019. – С. 724–726.

193. МУ 5048–89. Методические указания по определению нитратов и нитритов в продукции растениеводства. – Москва, 1989. – 52 с.

194. Мухутдинова, С.М. Критерии оценки качества свежих и переработанных белых грибов: диссертация ... канд. техн. наук: 05.18.15 / С.М. Мухутдинова – Москва, 2009. – 172 с.

195. Мячикова, Н.И. Системный подход в обеспечении качества продукции из культивируемых грибов / Н.И. Мячикова, С.Е. Савотченко // Научный результат. Серия: Технология бизнеса и сервиса. – 2014. – Т. 1. – № 1 (1). – С. 42–48.

196. Набоких, А.А. Модель интеграции элементов инфраструктуры как основа кластерной технологии управления развитием рынка культивируемых грибов / А.А. Набоких // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 6–2 (59). – С. 1040–1043.

197. Набоких, А.А. Рынок культивируемых грибов – одно из направлений продовольственной безопасности России / А.А. Набоких // Никоновские чтения. – 2014. – № 19. – С. 17–19.

198. Набоких, А.А. История становления и развития рынка культивируемых грибов / А.А. Набоких, А.В. Ряттель // Никоновские чтения. – 2018. – № 23. – С. 349–351.

199. Набоких, А.А. Развитие интеграционных процессов на рынке культивируемых грибов / А.А.Набоких, А.В. Ряттель // Никоновские чтения. – 2015. – № 20–1. – С. 282–284.

200. Наместников, А.М. Онтологический подход к структурированию знаний проектной организации / А. М. Наместников // Радиотехника. – 2016. – № 9. – С. 77–83.

201. Наумова, Н.Л. Технологические особенности культивирования и оценка токсикологической безопасности вешенок / Н.Л. Наумова, А.В. Бучель, В.В. Чаплинский // АПК России. – 2015. – Т. 73. – С. 134–138.

202. Наумова, Н.Л. Потребительские предпочтения и характеристики свежих культивируемых грибов / Н.Л. Наумова, А.В. Бучель, О.М. Бурмистрова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2016. – № 5 (40). – С. 58–65.

203. Неверов, Е.Н. Исследование влияния термической обработки на качественные показатели грибов вешенки / Е.Н. Неверов, Л.В. Лифенцева, И.А. Короткий, А.Д. Тюнин, О.В. Салищева // АПК России. – 2023. – Т. 30. – № 3. – С. 352–360.

204. Негода, В.Н. Прототипирование поведения объектов систем логического управления в Web-базированной САПР / В.Н. Негода // Радиотехника. – 2019. – Т. 83. – № 9 (14). – С. 90–94.

205. Нестеренко, Н.А. Влияние бланширования на качество замороженных культивированных шампиньонов / Н.А. Нестеренко, А.А. Иванюта, К.В. Мостыка // Технические науки и технологии. – 2018. – № 2 (12). – С. 228–235.

206. Никишова, Т.Н. Динамика полисахаридов в культивируемых грибах / Т.Н. Никишова. – М.: Биотех, 2022. – 133 с.

207. Николаева, М.А. Теоретические основы товароведения: Учебник для вузов / М.А. Николаева. - 2-е изд. перераб. – Москва: Норма – ИНФРА - М, 2022. – 424 с.

208. Николаева, М.А. Исследование изменений химического состава и пищевой ценности грибов при разных способах их переработки / М.А. Николаева,

В.И. Бакайтис, О.А. Рязанова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. – № 4. – С. 82–89.

209. Одарченко, Д.Н. Использование операций циклического замораживания в пробоподготовке культивируемых грибов к анализу / Д.Н. Одарченко, А.А. Бабич, В.В. Поддубный, Е.В. Сподар // В сборнике: Актуальные вопросы современной науки. Материалы международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 161–163.

210. Оленева, Л.Г. Углеводные комплексы культивируемых грибов / Л.Г. Оленева // Химия растительного сырья. – 2016. – № 3. – С. 16–22.

211. Оленева, Л.Г. Методика количественного определения группового состава углеводного комплекса растительных объектов / Л.Г. Оленева // Химия растительного сырья. – 2019. – № 1. – С. 30–35.

212. Оленева, Л.Г. Модификация антронового метода количественного определения углеводов и его применение для анализа растительного сырья, содержащего полисахариды. / Л.Г. Оленева // Бюллетень сибирской медицины. – 2016. – Приложение 2. – С. 118–119.

213. Оленева, Л.Г. Разработка технологии получения сухого экстракта культивируемых грибов / Л.Г. Оленева // Химия растительного сырья. – 2014. – № 1. – С. 32–44.

214. Омарова, Н.Ю. Анализ сегментов сладкого перца и шампиньонов продовольственного рынка России / Н.Ю. Омарова, Н.В. Науменко // Известия Международной академии аграрного образования. – 2021. – № 53. – С. 94–96.

215. Омельницкая, А.В. Разработка технологии полуфабрикатов из культивируемых грибов «Вешенка обыкновенная» / А.В. Омельницкая, Е.Ф. Красноперова // Вестник Инновационного Евразийского университета. – 2018. – № 1 (69). – С. 73–76.

216. Омельницкая, А.В. Культивируемый гриб вешенка обыкновенная и использование его в мясных полуфабрикатах / А.В. Омельницкая // В сборнике: Challenges of Science. Materials of International Practical Internet Conference.

Ответственный редакторы: Г.К. Касымова, Ж.Э. Кэрбоз, Н.Ж. Артыкбаев. Almaty, Kazakhstan, 2018. – С. 143–145.

217. Онтология медицинской диагностики для интеллектуальных систем поддержки принятия решений / В.В. Грибова [и др.] // Онтология проектирования. – 2018. – Т. 8, – № 1(27). – С. 58–73.

218. Ооржак, У.С. Научно-практические аспекты рационального использования плодовых тел *Fomitopsis officinalis* (Vill.: Fr.) Bond, et Sing.: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Красноярск. 2006. – 22 с.

219. Опиев, С.К. Исследование влияния технологических факторов на процесс извлечения экстрактивных веществ из культивируемых грибов / С.К. Опиев // Химия растительного сырья. – 2019. – № 1. – С. 62–70.

220. Осокин, Т.И. Параметры процесса липогенеза базидиомицетов при культивировании на различных средах / Т.И. Осокин // Прикладная биохимия и микробиология. – 2017. – Т. 19. – № 4. – С. 413–422.

221. Отбор продуцентов противоопухолевых соединений среди базидиальных грибов / Т. В. Теплякова [и др.] // Наука и современность – 2011: сборник материалов XII Международной научно-практической конференции: в 3-х частях. Часть 1 / Под общ. ред. С. С. Чернова. – Новосибирск: Издательство НГТУ, 2011. – С. 217–223.

222. Оценка иммунологического статуса больных при применении БАДов серии «Микосвит» / Н. А. Бисько [и др.] // Успехи медицинской микологии. – 2005. – Т. 6. – С. 180–182.

223. Пенджиев, Э.Д. Энергоэффективный способ СВЧ-экстракции БАВ из растительного сырья / Э.Д. Пенджиев // Мат-лы V Всероссийской научной конференции «Химия и технология растительных веществ». – Уфа, 2008. – С. 230.

224. Переработка и использование вторичных и малоценных ресурсов в пищевой промышленности / С.А. Соколов, В.С. Косачев, Н.Н. Севаторов [и др.]. – Керчь: Оперативная типография, 2023. – 231 с.

225. Перрит, Дж. Сублимационная сушка / Дж. Перрит. – Омск: ОГУ, 2017. – 158 с.

226. Перспективные культивированные виды дикорастущих грибов юга Западной Сибири, проявляющие противовирусную активность в отношении вируса гриппа / Т.А. Косогова [и др.] // Материалы VIII Международной конференции «Проблемы лесной фитопатологии и микологии»: сборник материалов VIII Международной конференции / Под редакцией В. Г. Стороженко, Б.П. Чуракова. – Ульяновск: УлГУ, 2012. – С. 326–331.

227. Персигов, П.Л. Технологические аспекты переработки лечебных грибов / П.Л. Персигов // Успехи медицинской микологии. – 2016. – Т. 3. – С. 293–297.

228. Перт, С.Дж. Основы культивирования организмов и клеток / С.Дж. Перт. – 3-е изд. исп. и доп. – М.: Мир, 2018. – 312 с.

229. Петрова, Л.А. К вопросу о пищевой ценности культивируемых грибов / Л.А. Петрова, Д.О. Горбач // Экономика. Инновации. Управление качеством. – 2015. – № 1 (10). – С. 274–275.

230. Печонкин, Н.С. Микробиология / Н.С. Печонкин. – Новосибирск: Наука, 2022. – 723 с.

231. Плещеев, Т.О. Определения активности каталазы в культивируемых грибах. / Т.О. Плещеев // Прикладная биохимия и микробиология. – 2019. – Т. 22. – № 1. – С. 111–122.

232. Плотников, Д.А. Исследование качества съедобных грибов при мариновании и хранении: Авторефер. дис.....канд. техн. наук. – Новосибирск, 2003. – 19 с.

233. Подгорный, С.А. Математическое моделирование процессов сушки и кондиционирования зерна: Потенциалы массопереноса / С.А. Подгорный, Е.П. Кошевой, В.С. Косачев. – Saarbrücken: LAP LAMBERT, 2012. – 136 с.

234. Поліщук, О.М. Біологічна активність глікополімерів базидіальних грибів / О.М. Полищук, О.Г. Коваленко // Biopolymers and Cells. – 2009. – 25. (3). – P. 181–193.

235. Положенцева, Е.И. Идентификационные признаки и потребительские свойства отдельных культивируемых грибов / Е.И. Положенцева // В сборнике:

Инновационные технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства. Материалы Международной юбилейной научно-практической конференции, посвященной 65-летию со дня основания Рязанского государственного агротехнологического факультета имени П.А. Костычева, 20-летию кафедры «Технология производства, хранения и переработки продукции растениеводства» и 10-летию кафедры «Товароведения и экспертизы». Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области, ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Некоммерческое партнерство «Рязанский аграрный университетский комплекс». – Рязань, 2014. – С. 254–257.

236. Полушина, А.А. Использование в медицине меланинов из культивируемых грибов / А.А. Полушина // Успехи медицинской микологии. – 2015. – Т. 3. – С. 233–249.

237. Поперечный, А.Н. Интенсификация процессов сушки пищевых продуктов / А.Н. Поперечный, В.Г. Корнийчук, В.А. Парамонова. – Донецк: ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», 2023. – 244 с.

238. 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.

239. Посокина, Н.Е. Влияние условий хранения на динамику физико-химических маркеров качества шампиньонов (*AGARICUS BISPORUS*) / Н.Е. Посокина, О.В. Бессараб, О.В. Карастоянова, Н.В. Коровкина // Пищевые системы. – 2024. – Т. 7. – № 3. – С. 427–437.

240. Посокина, Н.Е. Влияние условий хранения и упаковочных материалов на сенсорные характеристики шампиньонов двуспоровых (*AGARICUS BISPORUS*) / Н.Е. Посокина, О.В. Бессараб, О.В. Карастоянова, Н.В. Коровкина // Пищевая промышленность. – 2024. – № 3. – С. 80–85.

241. Посокина, Н.Е. Разработка алгоритма сенсорного анализа для оценки срока годности королевских шампиньонов с применением лексикона

дескрипторов / Н.Е. Посокина, О.В. Бессараб, О.В. Карастоянова, И.В. Протункевич // Пищевая промышленность. – 2022. – № 10. – С. 84–89.

242. Правдин, Р.Р. Химический анализ состава культивируемых грибов / Р.Р. Правдин // Химия растительного сырья. 2019. № 1. – С. 34–48.

243. Приказ Об утверждении норм естественной убыли продовольственных товаров в сфере торговли и общественного питания. Приказ Минпромторга РФ от 01.03.2013 № 252. – Москва, 2013. – 85 с.

244. Пронин, К.А. Промышленная технология лекарств / К.А. Пронин. – Т.1. 2 изд. изм. и доп. – Харьков: НФАУ МТК, 2017. – 668 с.

245. Пронин, К.А. Промышленная технология лекарств: учебник / К.А. Пронин. – Т. 2 изд. изм. и доп. – Харьков: НФАУ МТК, 2017. – 795 с.

246. Проскураков, С.Я. Оксид азота в неопластическом процессе / С.Я. Проскураков, А.Г. Коноплянников, А.И. Иванников // Вопросы онкологии. – 2001. – Т. 47. – № 3. – С. 257–269.

247. Противовирусная активность базидиальных грибов Горного Алтая / Т.В. Теплякова [и др.] // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Сборник научных статей по материалам IX Международной научно-практической конференции (25–27 октября 2010 г., Барнаул). – Барнаул: АНТИКА, 2010. – С. 245–246.

248. Противовирусная активность водных экстрактов и полисахаридных фракций, полученных из мицелия и плодовых тел высших грибов / И.А. Разумов [и др.] // Антибиотики и химиотерапия. – 2010. – № 55. (9–10). – С. 14–18.

249. Противовирусная активность экстрактов из базидиальных грибов в отношении вируса иммунодефицита человека / Н.М. Гашникова [и др.] // Наука и современность – 2011: сборник материалов XII Международной научно-практической конференции: в 3-х частях. Часть 1 / Под общ. ред. С. С. Чернова. – Новосибирск: НГТУ, 2011. – С. 12–19.

250. Противовирусная активность экстрактов из базидиальных грибов в отношении ортопоксвирусов / Т.В. Теплякова [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2012. – Вып. 3 (113). – С. 99–101.

251. Противовирусная активность экстрактов мицелия базидиального гриба *Laetiporus siilphureus* / З.Б. Квачева [и др.] // Успехи медицинской микологии. – 2005. – Т. 5. – С. 271–273.

252. Противовирусное средство на основе меланина: пат. 2480227 С2 Рос. Федерация. №2011127305/15; заявл. 01.07.2011; опубл. 27.04.2013, Бюл. № 12. – 11 с.

253. Проценко, М.А. Разработка технологии получения препаратов на основе дереворазрушающих базидиомицетов / М.А. Проценко, Н.Е. Костина // В книге: Сборник тезисов IV Международной конференции молодых ученых: биотехнологов, молекулярных биологов и вирусологов. Сборник тезисов. – 2017. – С. 84–86.

254. Псурцева, Н.В. Коллекция культур базидиомицетов LE-BIN: методы сохранения и проблемы поддержания генофонда / Н.В. Псурцева, К.В. Барина, Н.С. Яковлева // Современная микология в России. Т. 3. Материалы 3-го Съезда микологов России. – М.: Национальная академия микологии, 2012. – С. 135.

255. Пундик, М.А. Повышение надежности винтовых компрессоров охлаждающих установок пищевой промышленности / М.А. Пундик. – Барнаул: ИП Колмогоров И.А., 2024. – 158 с.

256. Пучкова, Т.А. Полисахариды глубинного мицелия и культуральной жидкости грибов *Ganoderma lucidum* и *Lentinus edodes* / Т.А. Пучкова, В.В. Щерба // Успехи медицинской микологии. – 2006. – Т. 1. – С. 275–276.

257. Работник, С.Р. Хранение грибной продукции / С.Р. Работник. – М.: Наука, 2018. – 387 с.

258. Разин, А.Н. Технология получения биологически активной субстанции *Phallus impudicus* и ее применение для конструирования биопрепаратов с противоопухолевыми и антиоксидантными свойствами: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – М.: Мир, 2001. – 19 с.

259. Разин, А.Н. Действие *Lentinus edodes* (Шиитакэ) на рост опухолей у мышей на модели химического канцерогенеза / А.Н. Разин, Н.И. Рыжова // Российский биотерапевтический журнал. – 2006. – № 3. – С. 21–25.

260. Разин, А.Н. Действие *Lentinus edodes* на рост подкожно перевитой аденокарциномы Эрлиха / А.Н. Разин, М.Ю. Волков // Ветеринарная медицина. – 2005. – № 3–4. – С. 28–29.

261. Разин, А.Н. Изучение противоопухолевых свойств высших базидиомицетов Шиитакэ (*Lentinus edodes*), Трутовика лиственничного (*Laricifomes officinalis*) и Веселка (*Phallus impudicus*) / А.Н. Разин, М.Ю. Волков // II Ветеринарная медицина. – 2009. – № 1–2. – С. 71–75.

262. Разин, А.Ф. Оценка состояния грибоводства в России, риски при производстве продукции культивируемых грибов / А.Ф. Разин, Р.А. Мещерякова, Н.Л. Девочкина, О.А. Разин // Экономика сельского хозяйства России. – 2020. – № 9. – С. 43–50.

263. Разумов, И.А. Высшие базидиальные грибы – продуценты антивирусных соединений / И.А. Разумов // Современная микология в России. – 2008. – Т. 2. – С. 518–527.

264. Результаты исследований по выявлению анти-ВИЧ активности экстрактов из высших базидиальных грибов / Н.М. Гашникова [и др.] // Иммунопатология, аллергология, инфектология. – 2009. – № 2. – С. 170–171.

265. Ресурсы лекарственных грибов на юге Западной Сибири / И. А. Горбунова [и др.] // Хвойные бореальной зоны. – 2009. – XXVI. – № 1. – С. 12–21.

266. Родионов, С.Ф. Конкурентные отношения культивируемых базидиальных грибов на агаризованных средах / С.Ф. Родионов // В книге: Молодежь в науке – 2022. тезисы докладов XIX Международной научной конференции. – Минск, 2022. – С. 199–201.

267. Рождественская, Л.Н. Использование электронной стерилизации при комплексной переработке культивированной вешенки / Л.Н. Рождественская, А.А. Дриль // В сборнике: Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы. Сборник докладов международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 225–228.

268. Рудавин, С.Т. Микофильные грибы, их биология и практическое значение / С.Т. Рудавин. – М.: Биотех, 2021. – 126 с.

269. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть первая / А. Н. Миронова. – М.: Гриф и К, 2012. – 944 с.

270. Самшитова, К.Л. Влияние условий хранения и упаковочных материалов на сохраняемость грибной продукции / К.Л. Самшитова. – Иркутск: Наука, 2018. – 288 с.

271. Соболев В.В. Системный анализ факторов, обеспечивающих качество продуктов переработки дикорастущих грибов / дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15. — Новосибирск, 2009. – 185 с.

272. Степанова Е.Н. Влияние упаковки и условий хранения на качество сушеных грибов: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Е. Н. Степанова. – Москва, 1988. – 27 с.

273. Степанова Е.Н., Бакайтис В.И. Теоретические и технологические аспекты формирования и сохранения вкусоароматических свойств сушеных грибов: Монография. - АНОО ВО Центросоюза РФ «Сибирский университет потребительской кооперации». – Новосибирск: СибУПК, 2025. – 158 с.

274. Сулова Е.Д. Изменение качества грибов в процессе кратковременного хранения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Е. В. Сулова. – Москва, 1975. – 26 с.

275. СанПиН 2.3.2.1324-03 Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – Москва, 2003. – 12 с.

276. СП 2.3.4.009–93. Федеральные санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы. Санитарные правила по заготовке, переработке и продаже грибов. – М.: Гос. комитет санитарно-эпидемиологического надзора РФ, 1993. – 50 с.

277. Сафонова, К.И. Определения полисахаридов в культивируемых грибах / К.И. Сафонова // Растительные ресурсы. – 2019. – № 2. – С. 44–57.

278. Сашенкова, С.А. Возможности использования базидиальных грибов для оптимизации структуры питания и иммунного статуса организма / С.А.

Сошенкова // В сборнике: Качество жизни населения и экология. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Пенза, 2021. – С. 106–110.

279. Сашенкова, С.А. Возможности повышения эффективности производства посевного мицелия культивируемых грибов за счет оптимизации состава носителя / С.А. Сашенкова // В сборнике: Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза, 2023. – С. 368–370.

280. Сашенкова, С.А. Сравнительная оценка роста культивируемых видов базидиальных грибов на разных субстратах / С.А. Сашенкова // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы. Сборник статей XIX Межд. научно-практич конференции. – Пенза, 2024. – С. 773–776.

281. Семенов, С.М. Лабораторные среды для актиномицетов и грибов: справочник / С.М. Семенов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.

282. Сенюк, О.Ф. Препарат микотон, полученный из высших базидиомицетов в лечении и профилактике различных заболеваний / О.Ф. Сенюк, Л.Ф. Горовой // Современная микология в России: сб. ст. – М.: Национальная академия микологии, 2002. – Т. 1. – С. 255–256.

283. Сибиркина, А.Р. Аккумуляция хрома грибами соснового бора Семипалатинского Прииртышья Республики Казахстан / А.Р. Сибиркина // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2. – С. 341–346.

284. Сидоров, И.Т. Консервация базидиомицетов в коллекциях культур / И.Т. Сидоров. – Пушино: Полет, 2017. – 164 с.

285. Скурихин, Игорь Михайлович. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: [справочник] / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. — Москва: ДеЛи принт, 2007. — 275 с.

286. Слуцков, Д. Концептуальное проектирование базы данных [сайт]. – UPL: <https://sites.google.com/site/sloutskov/главная/концептуальное-проектирование-базы-данных> (дата обращения 02.08.2023 г.)

287. Смоленцева, А.А. Технология производства кулинарных изделий из крупяной муки и овощей: рекомендации для предприятий общественного питания / А.А. Смоленцева, В.П. Ким, И.А. Жданов. – J1.: ЛФЭИ, 1991. – 64 с.

288. Соболева, К.Р. Грибные пищевые добавки / К.Р. Соболева. – М.: Биотех, 2020. – 59 с.

289. Современная микология в России. Т. 2. – М.: Мысль, 2018. – 844 с.

290. Современная микология в России. Тезисы докладов 2 Съезда микологов России. – М.: Мысль, 2018. – Т. 2. – С. 113–114.

291. Современные подходы к разработке и товароведной оценке пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми микронутриентами / Г.А. Гореликова, Л.А. Маюрникова, – Кемерово, 2005. – 164 с.

292. Соколов, О.А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие: Атлас распределения ТМ в объектах окружающей среды / О.А. Соколов, В.А. Черников. – Пушкино: ОНТИ РНЦ РАН, 1999. – 164 с.

293. Соколова, И.П. Изучение механизма активации иммуногенеза под влиянием противоопухолевого полисахарида маннана / И.П. Соколова, Н.П. Блинов // Сборник науч. Тр. Рижский мед. Институт. – Рига, 1989 г. – С. 56.

294. Соломко, Э.Ф. Пищевая ценность и лекарственные свойства культивируемых базидиальных макромицетов / Э.Ф. Соломко // Биологические особенности лекарственных макромицетов в культуре: Сборник научных трудов в двух томах. Т. 1 / Под ред. чл-кор. НАН Украины С. П. Вассера. Киев: Альтерпрес, 2011. – С. 5–82.

295. Соломко, Э.Ф. Продуктивность гриба *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kummer при глубинном культивировании на комплексных средах / Э.Ф. Соломко, Р.Ю. Аре, Е.М. Стеганцева // Биотехнология. – 1988. – Т. 4. – № 5. – С. 629–633.

296. Соломко, Э.Ф. Перспективы использования высших базидиомицетов в микробиологической промышленности (обзорная информация) / Э.Ф. Соломко, И.А. Дудка. – М.: Наука, 1985. – 47 с.

297. Соренко, Д.А. Анализ пищевой ценности вешенки, выращенной на разных субстратах / Д.А. Соренко // В сборнике: Агропромышленный комплекс:

состояние, проблемы, перспективы. Сборник статей XIX Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2024. – С. 818–828.

298. Соренко, Д.А. Анализ пищевой ценности базидиальных грибов, выращенных на разных субстратах / Д.А. Соренко // В сборнике: Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы. Сборник статей XIX Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2024. – С. 811–816.

299. Состав и биологическая активность внеклеточных полисахаридов ксилотрофных базидиомицетов / В.А. Чхенкели [и др.] // Сибирский медицинский журнал. – 2006. – № 8. – С. 70–72.

300. Сотникова, Н.Ю. Иммуномоделирующее действие сока гриба шиитаке *in vitro* / Н.Ю. Сотникова // Успехи медицинской микологии. – 2001. – Т. 1. – С. 286–287.

301. Способ количественного определения флавоноидов в растительном сырье А.с. 1507394 СССР / Беликов В.В., Колесник Н.Т.; заявл. 25.08.87; опубл. 15.09.89, Бюл. № 34. – 3 с.

302. Способ микробиологического синтеза секретлируемого соматотропина человека и штамм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* – продуцент секретлируемого соматотропина человека: пат. 2460795 Рос. Федерация: МПК С 12 N 15/18, С 12 N 15/81, С 12 Р 21/02, С 12 N1/19, С 12 R 1/865 / Казаченко К.Ю., Козлов Д.Г., Ездаков И.Н., Губайдуллин И.И., Глазунов А.В., Чеперегин С.Э., Ефремов Б.Д.; заявитель и патентообладатель Москва, ин-т генетики и селекции промышленных микроорганизмов. № 2011127647/10; заявл. 06.07.2011; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25. – 12 с.

303. Способ определения количества β-каротина в белок содержащих продуктах А. с. 1730578 СССР / Кудинова С.П., Казарян Р.В., Ремизова Е.Б., Кунщикова И.С.; заявл. 03.05.1989; опубл. 30.04.1992, Бюл. № 16. – 4 с.

304. Способ получения средства, обладающего противоопухолевой активностью, и средство, обладающее противоопухолевой активностью пат. 2418062 Рос. Федерация: МПК С 12 № 1/14, А 61 К 36/07 / Краснопольская Л.М.,

Автономова А.В., Бухман В.М., Леонтьева М.И., заявитель и патентообладатель Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина. RU2499040C2; заявл. 2011.07.15; опубл. 2013.11.20. – 8 с.

305. Способ получения хитинсодержащего материала: пат. 2073015 Рос. Федерация: МПК С 08 В 37/08 / Горовой Л.Ф., Косяков В.Н., заявитель и патентообладатель Воронеж, науч.-исслед. ин-т связи. № 2000131736/09; заявл. 11.10.1991; опубл. 10.02.1997. – 10 с.

306. Стандарт ЕЭК ООН FFV-24: Культивируемые грибы. – ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ: Нью-Йорк и Женева, 2017. – 9 с.

307. Стейси, М. Углеводы живых тканей / М. Стейси, С. Барнер. 3-изд. исп. и доп. – М.: Биотех, 2015. – 324 с.

308. Стрельченко, Е.А. Изучение возможности использования продуктов переработки культивируемых грибов в технологии хлебобулочных изделий / Е.А. Стрельченко, П.Н. Ивановский, А.Е. Гаурская // Образование и наука в России и за рубежом. – 2019. – № 2 (50). – С. 394–400.

309. Сударкина, А.А. Пищевые добавки на основе грибных компонентов / А.А. Сударкина. – М.: Биотех, 2019. – 212 с.

310. Сударкина, А.А. Элементы профилактического питания на основе грибных компонентов / А.А. Сударкина. – М.: Биотех, 2019. – 54 с.

311. Сурсякова, В.В. Разработка методик определения фенолов в питьевой и природной водах методами капиллярного электрофореза и высокоэффективной жидкостной хроматографии / В.В. Сурсякова, Г.В. Бурмакина, А.И. Рубайло // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: химия. – 2010. – Т. 3. – № 3. – С. 268–277.

312. Суслов, А.П. Инновационные методы обработки продуктов питания и сырья / А.П. Суслов. – Ульяновск: УлГУ, 2017. – 198 с.

313. Сушинская, Н. В. Меланины трутовых грибов / Н.В. Сушинская, В.П. Курченко // Труды Белорусского государственного университета. Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. – 2006. – Вып. 1. – С. 143–154.

314. Сушко, С.Н. Гепатопротекторные свойства спиртовых экстрактов культивируемых базидиальных грибов в экспериментальной модели токсического гепатита / С.Н. Сушко, Н.Н. Вейлкина, А.Е. Козлов, В.В. Трухоновец [и др.] // Успехи медицинской микологии. – 2018. – Т. 19. – С. 237–240.

315. Тезекбаева, Б.К. Введение в культуру *in vitro* трех сортов масличного льна / Б.К. Тезекбаева, А.Б. Ахметжанова, Н.П. Малахова // Интеллектуальный потенциал XXI века: Ступени познания. – 2014. – № 25. – С. 16–20.

316. Телишевская, Л.Я. Белковые гидролизаты. Получение, состав, применение / Л.Я. Телишевская. – М.: Знание, 2000. – 241 с.

317. Теоретическое обоснование инновационных методов обработки продуктов питания, сырья и создание технологического оборудования / С.А. Соколов, С.Н. Шестов, Д.С. Афенченко [и др.]. – Донецк; Севастополь: Цифровая типография, 2018. – 373 с.

318. Теплообмен: теория и практика / В.В. Карнаух, А.Б. Бирюков, С.И. Гинкул [и др.]. – Донецк: Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, 2018. – 328 с.

319. Теплякова, Т.В. Биоэкологические аспекты изучения и использования хищных грибов-гифомицетов: дисс. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 1992. – 317 с.

320. Теплякова, Т.В. Гриб фарма: грибы против вирусов и опухолей / Т.В. Теплякова // Наука из первых рук. – 2017. – № 5–6 (76). – С. 106–119.

321. Теплякова, Т.В. Перспективы создания препаратов против гриппа на основе лекарственных грибов (обзор) / Т.В. Теплякова, Т.Н. Ильичева, Н.А. Маркович // Прикладная биохимия и микробиология. – 2020. – Т. 56. – № 5. – С. 409–418.

322. Теплякова, Т.В. Выделение в культуру лекарственных видов базидиальных грибов / Т.В. Теплякова, Т.А. Косогова, И.Н. Михайловская // Достижения современной биотехнологии. Сборник научных трудов под ред. И. Г. Дроздова. – 2008. – С. 335–340.

323. Тиранова, И.М. Идентификационные признаки различных коммерческих видов свежих грибов рода Вешенка (PLEUROTUS) / И.М. Тиранова // В сборнике: Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России. Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Орел, 2024. – С. 441–447.

324. Тиранова, И.М. Обзор нормативных документов, регламентирующих качество свежих культивируемых вешенок / И.М. Тиранова // В сборнике: Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции. В 5 томах. – Благовещенск, 2024. – С. 195–202.

325. Тихонов, И.В. Совершенствование технологии производства пробиотика «Биод-5» и методов его контроля / И.В. Тихонов // Ветеринарная медицина. Агровет. – 2004. – № 4. – С. 40–41.

326. Тихонов, И.В. Терапевтическая эффективность пробиотика «Биод-5» при желудочно-кишечных болезнях лошадей / И.В. Тихонов, Т.Н. Грязнева, П.Г. Васильев // Ветеринарная медицина. Агровет. – 2004. – № 5. – С. 9–12.

327. Тищенко, Е.В. Разработка технологии глубинного культивирования гриба *Trichophyton verrucosum*: автореф. дис... канд. биол. наук / Тищенко Е.В. – М.: МГАВМиБ им. Скрябина, 2010. – 21 с.

328. Ткачев, А.В. Исследование летучих веществ растений / А.В. Ткачев. – Новосибирск: Издательско-полиграфическое предприятие «Офсет», 2008. – 238 с.

329. Толстикова, Т.Г. Лекарства из растительных веществ / Т.Г. Толстикова, А.Г. Толстиков, Г.А. Толстиков // Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Новосиб. ин-т орган, химии им. Н. Н. Ворожцова. – Новосибирск: Гео, 2010. – 215 с.

330. ТР ТС 005/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности упаковки». – М.: Центр Сертификации и Стандартизации «МСК», 2011. – 32 с.

331. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». – М.: Центр Сертификации и Стандартизации «МСК», 2011. – 164 с.

332. ТР ТС 022/2011. Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки». – М.: Центр Сертификации и Стандартизации «МСК», 2011. – 21 с.

333. Тушканова, О.Н. Knowledge Net: модель и система накопления, представления и использования знаний и данных / О.Н. Тушканова, В.В. Самойлов // Онтология проектирования. – 2019. – Том 9. – № 1 (31). – С. 117.

334. Тамкович, С.К. Разработка новых видов овощных соусов / С. К. Тамкович, Н. М. Степанищева [и др.] // Международная научно-практическая конференция «Плодоовощные консервы – технология, оборудование, качество, безопасность»: сб. материалов. – Москва: Видное, 2004. – Т. 1. – С. 254–258.

335. Унифицированный способ количественного определения флавоноидов в траве и экстракционных препаратах очанки пат. 2266544 Рос. Федерация: МПК G 01 N 33/52 / Петриченко В.М., Сухинина Т.В.; заявитель и патентообладатель Пермь, Пермская государственная фармацевтическая академия. № 2003137328/15; заявл. 24.12.2003; опубл. 20.12.2005.

336. Урбах, В.Ю. Биометрические методы / В.Ю. Урбах // 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Медицина, 2020. – 523 с.

337. Уфимцева, О.В. Получение биомассы мицелия грибов вешенки обыкновенной 3 05/88 *Pleurotus ostreatus* и серно-желтого трутовика *Laetiporus sulphureus* в глубинных условиях / О.В. Уфимцева, П.В. Миронов // Хвойные бореальные зоны. – 2009. – XXVI. – № 2. – С. 294–296.

338. Фагоцитоз-стимулирующий эффект полисахаридов глубинной культуры базидиомицетов / Д. А. Смирнов [и др.] // Успехи медицинской микологии. – 2006. – Т. 6. – С. 252–254.

339. Федянина, Н.И. Влияние обработки ускоренными электронами на изменение текстуры свежих шампиньонов в процессе холодильного хранения /

Н.И. Федянина, О.В. Карастоянова // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. – 2020. – Т. 23. – № 3. – С. 291–301.

340. Физические основы низкотемпературной техники и холодильной технологии / В. П. Данько, В. В. Карнаух, А. Б. Кудрин, В. Н. Радионенко. – Донецк — Краснодар: Ладапринт, 2016. – 256 с.

341. Хорошевский, В.Ф. Проектирование систем программного обеспечения под управлением онтологий: модели, методы, реализации / В.Ф. Хорошевский // Онтология проектирования. – 2019. – № 4 (34). – С. 429–445.

342. Храмченкова, О.М. Фотозащитные свойства экстрактов из культивируемых и дикорастущих макромицетов / О.М. Храмченкова // Бюллетень науки и практики. – 2022. – Т. 8. – № 7. – С. 41–48.

343. Хренов, А.В. Российский грибной рынок: новое качество роста / А.В. Хренов // Школа грибоводства. – 2019. – № 2. – С. 22–24.

344. Цапалова, И.Э. Биохимические и товарные свойства некоторых видов свежих и сушеных грибов Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / И. Э. Цапалова. – Москва, 1971. – 24 с.

345. Чернышова, А.Н. Обоснование использования продуктов переработки культивируемых грибов в производстве макаронных изделий / А.Н. Чернышова, Н.А. Кан // В сборнике: Инновационные научные исследования: теория, методология, практика. Сборник статей XVII Международной научно-практической конференции: в 2 ч. – 2019. – С. 18–23.

346. Шамаров, М.В. Тепло- и массообмен в низкотемпературных системах / М.В. Шамаров, В.И. Алешин, Р.А. Жлобо. – Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2023. – 220 с.

347. Шевченко, С.Е. Оценка влияния качества субстрата на содержание ртути и мышьяка в грибах в технологии культивации / С.Е. Шевченко // Пищевая промышленность. – 2023. – № 10. – С. 19–23.

348. Щелочерастворимые полисахариды плодовых тел *Laetiporus sulphureus* (Buill.: Fr) Murr. / Д. Н. Олейников [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2009. – Т. 45. – № 6. – С. 693–697.

349. Щерба, В.В. Полисахариды ксилотрофных базидиомицетов / В.В. Щерба, В.Г. Бабицкая // Прикладная биохимия и микробиология. – 2008. – Т. 44. – № 1. – С. 90–95.

350. Юдина, Н.В. Влияние параметров диспергирования крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) на изменения степени измельчения, выходов и свойств экстрактивных веществ / Н.В. Юдина, А.А. Иванов // Химия растительного сырья. – 2012. – № 1. – С. 137–142.

351. Analysis of Triterpenoids in *Ganoderma lucidum* Using Liquid Chromatography Coupled with Electrospray Ionization Mass Spectrometry / M. Yang [et al.] // J Am Soc Mass Spectrom, 2017. – P. 927–939.

352. Activities of acidic protein bound polysaccharide isolated from *Ganoderma lucidum* alone and in combinations with interferons / Y.-S. Kim [et al.] // Journal of Ethnopharmacology. – 2020. – no. 72 (3). – P. 387–396.

353. Activities of various protein bound polysaccharides isolated from *Ganoderma lucidum* / S.-K. Eo [et al.] // Journal of Ethnopharmacology. – 2019. – no. 68. (1–3). – P. 55–69.

354. Basidiomycetes Culture Collection LE (BIN): Catalogue of Strains / N. V. Psurtseva [et al.]. KMK Scientific Press Ltd., 2007. – 116 p.

355. Bendiabdellah, A. Preliminary phytochemical screening and antioxidant activities of solvent extracts from *Daucus crinitus* Desf, from Algeria / A. Bendiabdellah, M. Dib, N. Meliani, N. Djabou, H. Allali, B. Tabti // Journal of Applied Pharmaceutical Science. – 2012. – no. 07. – P. 92–95.

356. Chen, W. Simultaneous increase of mycelial biomass and intracellular polysaccharide from *Fomes fomentarius* and its biological function of gastric cancer intervention / W. Chen, Z. Zhao, Y. Li // Carbohydrate Polymers. – 2011. – Vol.85. – P. 369–375.

357. Chen, W. Optimization for the production of exopolysaccharide from *Fomes fomentarius* in submerged culture and its anti-tumor effect in vitro / W. Chen, Z. Zhao, Y. Li // Bioresource Technology. – 2008. – no. 8. – P. 3187–3194.

358. Cheung, L.M. Mushroom extracts with antioxidant activity against lipid peroxidation. /L.M. Cheung, P.C.K. Cheung // Food Chemistry. – 2015. – no 3. – P. 403-409.

359. Chirinang, P. Amino acids and antioxidant properties of the oyster mushrooms, *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajorcaju* / P. Chirinang, K.-O. Intarapichet // Science Asia. – 2009. – Vol. 35. – P. 326–331.

360. Cyranka, M. Investigation of antiproliferative effect of ether and ethanol extracts of birch polypore medicinal mushroom, *Piptoporus betulinus* (Bull.:Fr.) P. Karst. (higher Basidiomycetes) in vitro grown mycelium / M. Cyranka [et al.] // Int. J. Med. Mushrooms. – 2011. – no. 6. – P. 525–533.

361. Effect of immunomodulating and antiviral agent of medicinal mushrooms (immune assist 24/7) on CD4+ T-lymphocyte counts of HIV-infected patients / G. Adotey // Int J Med Mushrooms. – 2011. – no. 13 (2). – P. 109–113.

362. Factors influencing the production of endopolysaccharide and exopolysaccharide from *Ganoderma applanatum* / W. Y. Lee // Enzyme and Microbial Technology. – 2007. – no. 40 (2). – P. 249–254.

363. Fan, L. Advances in Mushroom Research in the Last Decade / [et al.] // Food Technol. Biotechnol. – 2016. – no. 3. – P. 303–311.

364. Global battle against cancer won't be won with treatment alone Effective prevention measures urgently needed to prevent cancer crisis // The International Agency for Research on Cancer Organization, World Health, Press release № 224, Lyon/London, 2014. – 197 p.

365. Gu, C. Isolation, identification and function of a novel anti-HSV-1 protein from *Grifola frondosa* / C. Gu, J. Li, F. Chao, M. Jin, X. Wang, Z. Shen // Antiviral Research. – 2007. – Vol. 75. – no. 3. – P. 250–257.

366. Hu, D.D. A laccase with antiproliferative activity against tumor cells from an edible mushroom, white common *Agrocybecylinracea* / D.D. Hu, R.Y. Zhang, G.Q. Zhang, H.X. Wang, T.B. Ng // Phytomedicine. – 2011. – Vol. 18. – P. 374–379.

367. Huang, D. The chemistry behind antioxidant capacity assays / D. Huang, B. Ou, R.L. Prior // J. Agric. Food Chem. – 2015. – Vol. 53. – P. 1841–1856.

368. Immunomodulating and anticancer agent in the realm of macromycetes fungi (macrofungi) / M. Moradali [et al.] // *International Immunopharmacology*. – 2007. – Vol. 7. – P. 701–724.

369. Isolation, identification and function of a novel anti-HSV-1 protein from *Grifola frondosa* / C. Gu // *Antiviral Research*. – 2007. – Vol. 75. – P. 250–257.

370. Jambrak, A. R. Accelerated drying of button mushrooms, Brussels sprouts and cauliflower by applying power ultrasound and its rehydration properties / A.R. Jambrak, T.J. Mason, L. Paniwnyk and V. Lelas // *Journal of Food Engineering*. – 2007. – Vol. 81,1. 1. – P. 88-97.

371. Jose, N. Antioxidant, anti-inflammatory, and antitumor activities of culinary-medicinal mushroom *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quel. (Agaricomycetidae) / N. Jose, T.A. Ajith, K. Jananrdhanan // *International Journal of Medicinal Mushrooms*. – 2020. – no. 4. – P. 329–35.

372. Kalac, P. A review of trace element concentrations in edible mushrooms / P. Kalac, L. Svoboda // *Food Chemistry*. – 2000. – Vol. 69. – no. 3. – P. 273–281.

373. Kalac, P. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review / P. Kalac // *Food Chemistry*. – 2009. – Vol. 113. – no. 1. – P. 9–16.

374. Kalac, P. Contents of cadmium and mercury in edible mushrooms / P. Kalac, L. Svoboda, B. Havlickova // *Journal of Applied Biomedicine*. – 2004. – Vol. 2. – P. 15–20.

375. King, C.J. Freeze-drying of foods / C.J. King. - Cleveland (Ohio). – CRC press, 1971. – 85 p.

376. Laetirobin from the Parasitic Growth of *Laetiporus sulphureus* on *Robinia pseudoacacia* / M. J. Lear [et al.] // *J. Nat. Prod.* 2009. – Vol. 72. – P. 1980–1987.

377. Lee, I. Styrylpyrone-class compounds from medicinal fungi *Phellinus* and *Inonotus* spp., and their medicinal importance / I. Lee, B. Yun // *J Antibiot.* – 2011. – Vol. 64. – no. 5. – P. 349–59.

378. Lehmann, V.K. Illudin S, the sole antiviral compound in mature fruiting bodies of *Omphalotus illudens* / V.K. Lehmann [et al.] // *J Nat Prod*. 2013. – Vol. 66. – no. 9. – P. 1257–1258.

379. Li, C. New ganoderic acids, bioactive triterpenoid metabolites from the mushroom *Ganoderma lucidum* / C. Li, Y. Li, H.H. Sun // *Natural Product Research*. – 2016. – no. 11. – P. 985–991.

380. Li, M. Purification and characterization of a laccase from the edible wild mushroom *Tricholoma mongolicum* / M. Li, G. Zhang, H. Wang, T. Ng // *J Microbiol Biotechnol*. – 2010. – Vol. 20. – no. 7. – P. 1069–1076.

381. Li, Y. A novel lectin with potent antitumor, mitogenic and HIV-1 reverse transcriptase inhibitory activities from the edible mushroom *Pleurotus citrinopileatus* / Y. Li, Q. Liu, H. Wang, T. Ng // *Biochim Biophys Acta*. – 2008. – Vol. 1780. – no. 1. – P. 51–57.

382. Lina, S.B. The Pharmacological Potential of Mushrooms / S. Lina, C.H. Li, S.S. Lee, L.S. Kand // *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. – 2018. – no. 3. – P. 285–299.

383. Lina, S.B. Triterpene-enriched extracts from *Ganoderma lucidum* inhibit growth of hepatoma cells via suppressing protein kinase C, activating mitogen-activated protein kinases and G2-phase cell cycle arrest / S. Lina, C.H. Li, S.S. Lee, L.S. Kand // *Life Sciences*. – 2003. – no. 72. – P. 2381–2390.

384. Lo, K.M. Antioxidant activity of extracts from the fruiting bodies of *Agrocybe aegerita* var. *alba*. / K.M. Lo, P. Cheuhg // *Food Chemistry*. – 2005. – Vol. 112. – P. 311–342.

385. Lv, H. Nebrodeolysin, a novel hemolytic protein from mushroom *Pleurotus nebrodensis* with apoptosis-inducing and anti-HIV-1 effects / H. Lv. [et al.] // *Phytomedicine*. – 2009. – Vol. 16. – no. 2–3. – P. 198–205.

386. Mafrito, C. Influence of storage conditions on immunomodulating activities of *Lentinus edodes* / C. Mafrito, L. Cafito // *International Journal of Medicinal Mushrooms* 1, 2019. – P. 243–250.

387. Mlinaric, A. Screening of selected wood-damaging fungi for the HIV-1 reverse transcriptase inhibitors / A. Mlinaric, J. Kac, F. Pohleven // *Acta Pharmacology*. – 2015. – no. 55. – P. 69–79.

388. Mothana, R. Antiviral lanostanoid triterpenes from the fungus *Ganoderma pfeifferi* BRES / R. Mothana // *Fitoterapia*. – 2013. – Vol. 74. – P. 177–180.

389. Nguyen, T. In vitro antiviral activity of sulfated *Auricularia auricula* polysaccharides / T. Nguyen [et al. // *Carbohydr Polym*. – 2012. – Vol. 90. – no. 3. – P. 1254–1258.

390. Nianwu, H.E. Vitro Activity Study of the Wild *Daedaleopsis Tricolor* Polysaccharide / H.E. Nianwu // Editorial Department of Journal of Shangluo University. – 2012. – no. 6. – P. 55–59.

391. Nogusa, S. Low-dose supplementation with active hexose correlated compound improves the immune response to acute influenza infection in C57BL/6 mice / S. Nogusa, J. Gerbino, R.W/ Ritz // *Nutrition Research*. – 2009. – no. 29. (2). – P. 139–143.

392. Nomura, M. Inotodiol, a Lanostane Triterpenoid, from *Inonotus obliquus* Inhibits Cell Proliferation through Caspase-3-dependent Apoptosis / M. Nomura [et al.] // *Anticancer research*. – 2008. – no. 28. – C. 2691–2696.

393. Nunuka, I. Neogrifolin derivatives possessing anti-oxidative activity from the mushroom *Albatrellus ovinus* / I. Nunuka // *Phytochemistry*. – 2022. – Vol. 3. – no. 1. – P. 715-779.

394. Optimization for the production of exopolysaccharide from *Fomes fomentarais* in submerged culture and its antitumor effect in vitro / W. Chena [et al.] // *Bioresource Technology*. – 2008. – no. 99. (8). – P. 3187–3194.

395. Pilz, D. Ecology and management of commercially harvested *Chanterelle* mushrooms: General technical report / D. Pilz, L. Norvell, E. Danell, R. Molina. United States: department of agriculture forest service, Pacific northwest research station. – 2002. – 90 p.

396. Rangel-Castro, J.I. The ergocalciferol content of dried pigmented and albino *Cantharellus cibarius* fruit bodies / J. Ignacio Rangel-Castro, Anders Staf- fas, Eric Danell // *Mycological Research*. – 2002. – Vol. 106. – no. 1. – P. 70-73.

397. Ribeiro, B. Fatty acid composition of wild edible mushrooms species: A comparative study / B. Ribeiro, P. Guedes de Pinho, P.B. Andrade, P. Baptista and P. Valentao // *Microchemical Journal*. – 2009. – Vol. 93. – no. 1. – P. 29-35.

398. Sanmee, R. Nutritive value of popular wild edible mushrooms from northern Thailand / R. Sanmee, B. Dell, P. Lumyong, K. Izumori, S. Lumyong // *Food Chemistry*. – 2003. – Vol. 82. – no. 4. – P. 527-532.

399. Sulkowska-Ziaja, K. Phenolic compounds and antioxidant activity in some species of polyporoid mushrooms from Poland / K. Sulkowska-Ziaja, B. Muszynska, P. Motyl, P. Pasko, H. Ekiert // *Int J Med Mushrooms*. – 2012. – Vol. 14. – no. 4. – P. 385–933.

400. Sun, J. Isolation of a laccase with HIV-1 reverse transcriptase inhibitory activity from fresh fruiting bodies of the *Lentinus edodes* (Shiitake mushroom) / J. Sun, H. Wang, T. Ng // *Indian J Biochem Biophys*. – 2011. – Vol. 48. – no. 2. – P. 88–94.

401. Suzuki, T. Mannose-specific lectin from the mushroom *Hygrophorus russula* / T. Suzuki [et al.] // *Glycobiology*. – 2012. – Vol. 22. –no. 5. – P. 616–629.

402. Valentao, P. Effect of the conservation procedure on the contents of phenolic compounds and organic acids in chanterelle (*Cantharellus cibarius*) mushroom / P. Valentao, P.B. Andrade, J. Rangel, B. Ribeiro, B.M. Silva, P. Baptista, R.M. Seabra // *J. Agric Food Chem*. 2005/ no. 53 (12). P. 4925-31.

403. Vegas, R. Processing of rice husk autohydrolysis liquors for obtaining food ingredients / R. Vegas, J.L. Alonso, H. Dominguez, J.C. Parajo / *J. Agric Food Chem*. 2004 Dec 1 ;52 (24): 7311-7.

404. Vetter, J. Trypsin inhibitor activity of basidiomycetous mushrooms / Janos Vetter // *European Food Research and Technology*. – 2000. – Vol. 211. – no. 5. – P. 346-348.

405. Wang, H. Isolation and characterization of velutin, a novel low-molecular-weight ribosome-inactivating protein from winter mushroom (*Flammulina velutipes*) fruiting bodies. / H. Wang, T. Ng // *Life Sci.* – 2011. – V. 68. – № 18. – P. 2151–2158.

406. Wasser, S.P. Current findings, future trends, and unsolved problems in studies of medicinal mushrooms / S.P. Wasser // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 2011. – Vol.8. – P. 1323–1332.

407. Wong, J. Purification and characterization of a Laccase with inhibitory activity toward HIV-1 reverse transcriptase and tumor cells from an edible mushroom (*Pleurotus cornucopiae*) / J. Wong, T. Ng, Y. Jiang, F. Liu, S. Sze, K. Zhang // *Protein Pept Lett.* – 2010. – Vol. 17. – no. 8. – P. 1040-1047.

408. Wong, J. Marmorin, a new ribosome inactivating protein with antiproliferative and HIV-1 reverse transcriptase inhibitory activities from the mushroom *Hypsizigus marmoreus* / J. Wong, H. Wang, T. Ng // *Appl Microbiol Biotechnol.* – 2018. – Vol. 81. – no. 4. – P. 669–674.

409. Wu, Y. A novel metalloprotease from the wild basidiomycete mushroom *Lepista nuda* / Y. Wu, H. Wang, T. Ng // *J. Microbiol. Biotechnol.* – 2011. – Vol. 21. – no. 3. – P. 256–262.

410. Xu, X. Bioactive proteins from mushrooms / X. Xu, H. Yan, J. Chen, X. Zhang // *Biotechnol Adv.* – 2011. – Vol. 29. – no. 6. – P. 667–674.

411. Xu, X. Comparative antioxidative characteristics of polysaccharide-enriched extracts from natural sclerotia and cultured mycelia in submerged fermentation of *Inonotus obliquus* / X. Xu, Y. Wu, H. Chen // *II Food Chemistry.* – 2011. – no. 27. – P. 74–79.

412. Zhao, J.Y. Sesquiterpenoids and an ergosterol from cultures of the fungus *Daedaleopsis tricolor* / J.Y. Zhao [et al.] // *Nat. Prod. Bioprospect.* – 2013. – Vol. 3. – P. 271–276.

413. Zhao, J.Y. A novel ribonuclease with potent HIV-1 reverse transcriptase inhibitory activity from cultured mushroom *Schizophyllum commune* / J.Y. Zhao, G. Zhang, T. Ng, H. Wang // *J Microbiol.* – 2011. – Vol.49. – no. 5. – P. 803–808.

414. Zheng, W. Phenolic compounds from *Inonotus obliquus* and their immune-stimulating effects/ W. Zheng, Y. Zyao, M. Zheng, Z. Yin, C. Chen, Z. Wei // *Mycosystema*. – 2008. – Vol. 27. – no. 4. – P. 574–581.

415. Zhong, C. Functional properties of protein isolates from *Caragana korshinskii* Kom. extracted by three different methods / C. Zhong, R. Wang, Z. Zhou, S.R. Jia, Z.L. Tan, P.P. Han // *J. Agric. Food Chem.* – 2012. – Vol.60. – no. 41 – P. 337–342.

416. Zjawiony, J. Biologically active compounds from *Aphylophorales* (Polypore) fungi / J. Zjawiony // *J. Nat. Prod.* 2004. – no. 67 (2). – P. 300–310.

417. Zou, Y. Purification and characterization of a novel laccase from the edible mushroom *Hericium coralloides* / Y. Zou, H. Wang, T. Ng, C. Huang, J. Zhang // *J. Microbiol.* – 2012. – Vol. 50. – no. 1. – P. 72–78.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Плодовые тела исследуемых культивируемых грибов:

1) 3 штамма вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*) рисунок А.1.:

– штамм вешенки НК-35В. Один из самых удачных и распространенных гибридов вешенки. Высокоурожайный штамм. Шляпка серая, круглой формы, толстая, с цельными краями, диаметром обычно от 6 до 12 см. Грибы растут гроздьями. Первые грибы появляются через 21 день после инокуляции. Плодоношение происходит равномерно без резких спадов. На штамм мало влияет интенсивность освещения. Чем выше интенсивность освещения, тем темнее будет цвет шляпки;

– штамм вешенки Н-7. Неприхотливый урожайный штамм. Растет гроздьями от 30 до 50 штук. Цвет шляпки от светло-серого до серого с ровными краями. Окраска плодовых тел зависит от освещенности помещения. Ножка толстая, мясистая;

– штамм вешенки К-1. Штамм китайской селекции. Отличается светло-желтым цветом плодовых тел. Диаметр шляпки от 5 до 12 см. Пластинки желтоватые, редкие. Плодовые тела достаточно хрупкие;



Рисунок А. 1 – Плодовое тело вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*)

2) 6 штаммов шампиньона: 3 штамма шампиньона двуспорового (*Agaricus bisporus*) белой расы, 3 штамма шампиньона двуспорового коричневой расы:

– штамм шампиньона F-58. Характеризуется высокой урожайностью (до 20 кг/м²), плодовое тело белое, гладкое, иногда немного шероховатое, среднего и крупного размера с диаметром шляпки 30–50 мм, шляпка шаровидная, сохраняемость хорошая, устойчив к вредителям и заболеваниям, используется в свежем виде и для переработки;

– штамм шампиньона А-15. Характеризуется высокой урожайностью (до 20 кг/м²), плодовое тело белое, гладкое, иногда немного шероховатое, среднего и крупного размера с диаметром шляпки 30–50 мм, шляпка шаровидная, сохраняемость хорошая, устойчив к вредителям и заболеваниям, используется в свежем виде и для переработки;

– штамм шампиньона В-86. Характеризуется высокой урожайностью (12–15 кг/м²), плодовое тело белое, кутикула – радиально-волокнистая, среднего размера, диаметр шляпки 30–40 мм, шляпка шаровидная, сохраняемость хорошая, устойчив к вредителям и заболеваниям, используется в свежем виде и для переработки;

– штамм шампиньона N-273. Плодовые тела крупные (30–35 г) и очень крупные (50–60 г), мякоть плотная, шляпка темно-коричневая полушаровидная, диаметр ее до 50 мм, кожица чешуйчатая, ножка цилиндрическая. Урожайность 15–20 кг/м² за один оборот (6–7 недель плодоношения), отдача урожая равномерная. Грибы очень хорошего товарного вида;

– штамм шампиньона ГДР-2. Плодовые тела средних размеров (15–20 г), мякоть плотная, шляпка темно-коричневая с плоской вершиной диаметром 35–40 мм, кожица слабочешуйчатая, ножка цилиндрическая. Грибы хорошего вида, урожайность 14–18 кг/м² за 5–6 недель. Отдача урожая интенсивная;

– штамм шампиньона А-311. Плодовые тела крупные (25–35 г), мякоть плотная, шляпка темно-коричневая со слабоволнистой поверхностью диаметром 30–40 мм, ножка короткая, цилиндрическая, урожайность 10–14 кг/м² за 6–7 недель, продукция имеет хороший товарный вид; рисунок А.2.

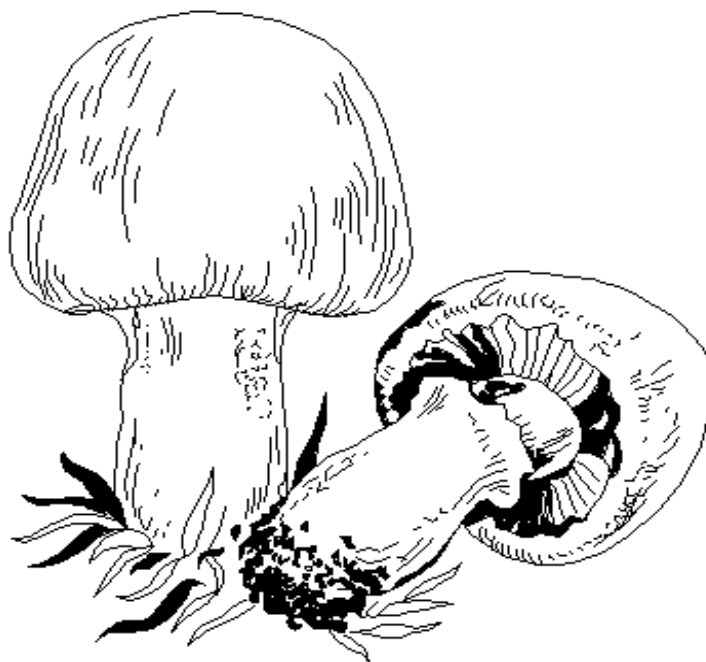




Рисунок А.2 – Плодовое тело шампиньона двуспорового (*Agaricus bisporus*)

3) штамм опенка летнего (*Kuehneromyces mutabilis*):

– штамм опенка летнего. Характеризуется высокой урожайностью (до 18 кг/м²), плодовое тело гладкое, иногда немного шероховатое, среднего и крупного размера с диаметром шляпки 20–50 мм, сохраняемость хорошая, устойчив к вредителям и заболеваниям, используется в свежем виде и для переработки; рисунок А.3.

4) штамм опенка зимнего (*Flammulina velutipes*):

– штамм опенка зимнего. Неприхотливый урожайный штамм. Растет гроздьями от 30 до 50 штук. Цвет шляпки от светло-кремового до светло-коричневого с ровными краями. Ножка тонкая, длинная; рисунок А.4.

	
<p>Рисунок А.3 – Плодовое тело опенка летнего (<i>Kuehneromyces mutabilis</i>)</p>	<p>Рисунок А.4 – Плодовое тело опенка зимнего (<i>Flammulina velutipes</i>)</p>

5) штамм кольцевика (*Strophariaragos -annulala*):

– штамм кольцевика. Плодовые тела крупные (50–65 г) и очень крупные (65–80 г), мякоть плотная, шляпка красно-коричневая полушаровидная, диаметр ее до 70 мм, ножка устойчивая цилиндрическая. Урожайность 18–25 кг/м², отдача урожая равномерная. Грибы хорошего товарного вида; рисунок А.5.



Рисунок А.5 – Плодовое тело кольцевика (*Strophariaragoso annulala*)

б) 3 штамма шиитаке (*Lentinula edodes*):

– штамм шиитаке 370. Высокоурожайный штамм. Грибы красивые, правильной формы. Шляпка имеет равномерную, темно-коричневую окраску. Урожайность 15–20 % от массы субстрата. В первую волну общий сбор урожая до 43%. Штамм очень хорошо адаптирован к выращиванию на древесине;

– штамм шиитаке RL-7. Относится к группе средних штаммов. Цвет шляпки – темно-коричневый со светлыми чешуйками. Плодовые тела раскрываются несколько быстрее, чем у других штаммов. Ножка тонкая. Никогда не образует аномальных плодовых тел. Характеризуется мощным разрастанием мицелия в блоках, более быстрым образованием коричневой корки. Цвет блоков более светлый по сравнению с остальными штаммами. Корка более толстая, что лучше защищает от инфекций, но при этом толстая корка затрудняет проникновение воды в блок при замачивании;

– штамм шиитаке ТЛ-4080. Всесезонный штамм. Цвет шляпки плодовых тел варьируется от коричневой до темно-коричневой, диаметр шляпки 5–20 см. Плодовые тела плотные, хорошо сохраняют качество в период хранения. Урожайность на двух волнах составляет 15–23 %; рисунок А.6.

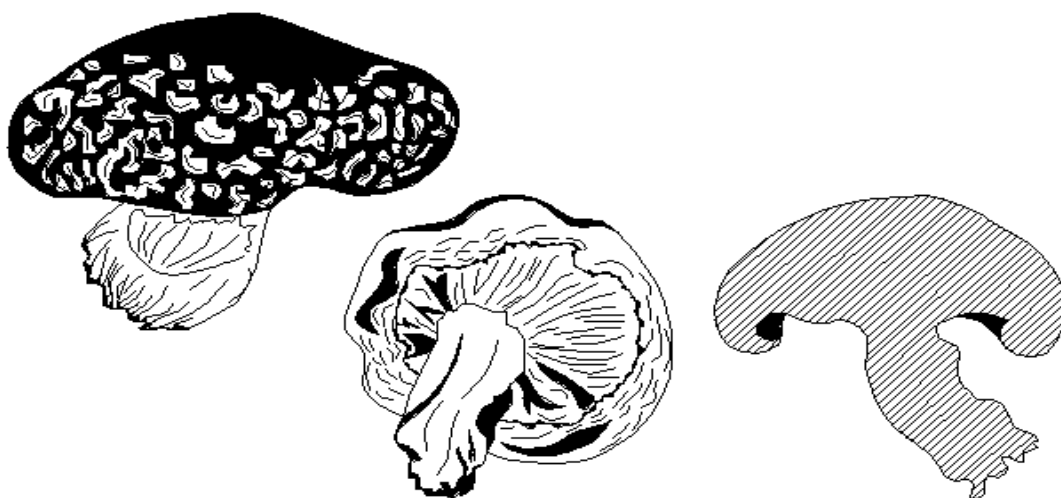


Рисунок А.6 – Плодовое тело шиитаке (*Lentinula edodes*)

7) штамм мейтаке (*Grifola frondosa*):

штамм мейтаке. Высокоурожайный штамм с мясистым плодовым телом, которое растет очень быстро – за 8–10 дней гриб может достичь в диаметре 1 м, а его вес может быть около 10 кг. Цвет шляпки плодового тела – темный серо-коричневый. Шляпки гриба размером от 2 до 10 см частично прикрывают друг друга и расположены на разветвляющихся ножках, которые немного смещены в сторону от центров шляпок и прикреплены к одной основе; рисунок А.7.



Рисунок А.7 – Плодовое тело мейтаке (*Grifola frondosa*)

Опросный лист покупателей (на примере торговой сети Брусничка)



УВАЖАЕМЫЕ РЕСПОНДЕНТЫ!

Кафедра товароведения продовольственных товаров и экспертизы продукции сельского хозяйства ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ» проводит социологический опрос по теме: «Отношение потребителей к грибам и продуктам их переработки, поступающим на потребительский рынок».

Опрос проводится анонимно.

*Из предложенных вариантов ответов выберите соответствующий
Вашему мнению и обведите его номер кружочком.*

1. Укажите Ваш пол?

а. женский

б. мужской

2. Укажите Ваш возраст?

а. до 25

б. от 21 до 45 лет

в. от 46 до 65 лет

г. старше 65

3. Укажите Ваш социальный статус

а. студент

б. рабочий

в. служащий

г. предприниматель

д. пенсионер

4. Укажите размер Вашего среднемесячного дохода

а. до 10000 руб.

б. до 20000 руб.

в. до 30000 руб.

г. до 50000 руб.

д. более 50000 руб.

5. Укажите Ваше образование?

а. среднее общее

б. среднее специальное

в. высшее незаконченное

г. высшее

Продолжение приложения В

6. Укажите, какова частота покупок грибов?

- а. 1 раз в неделю
в. очень редко

- б. 1 раз в месяц
г. спонтанно

7. Укажите, какие факторы влияют на покупку грибов?

- а. свежесть
в. бренд

- б. цена
г. упаковка

д. качества

8. Считаете ли вы грибы полезным продуктом для здоровья?

а. да

б. затрудняюсь ответить

9. Укажите, где чаще всего покупаете грибы?

- а. магазины
в. мелкие торговые точки

- б. рынок
г. супермаркеты

10. Укажите, какие грибы предпочитаете покупать?

- а. свежие
в. сушеные

- б. замороженные
г. консервированные

д. грибные экстракты/порошки

11. Укажите, какие виды грибов вы предпочитаете?

- а. шампиньоны
в. белые грибы

- б. вешенка
г. другой вариант

12. Укажите, какой способ приготовления грибов вам нравится больше всего?

- а. жареные
в. запеченные

- б. вареные
г. не готовлю грибы, употребляю свежими

13. Укажите, какие переработанные продукты из грибов вы предпочитаете?

- а. грибные соусы
в. грибные пасты

- б. комбинированные консервы
г. покупаю переработанные продукты

14. Укажите, что вас больше привлекает в грибах?

- а. вкус
в. наличие витаминов

- б. питательные свойства
г. эстетический вид

15. Укажите, могут ли грибы считаться хорошей альтернативой мясу в рационе питания?

а. да, конечно

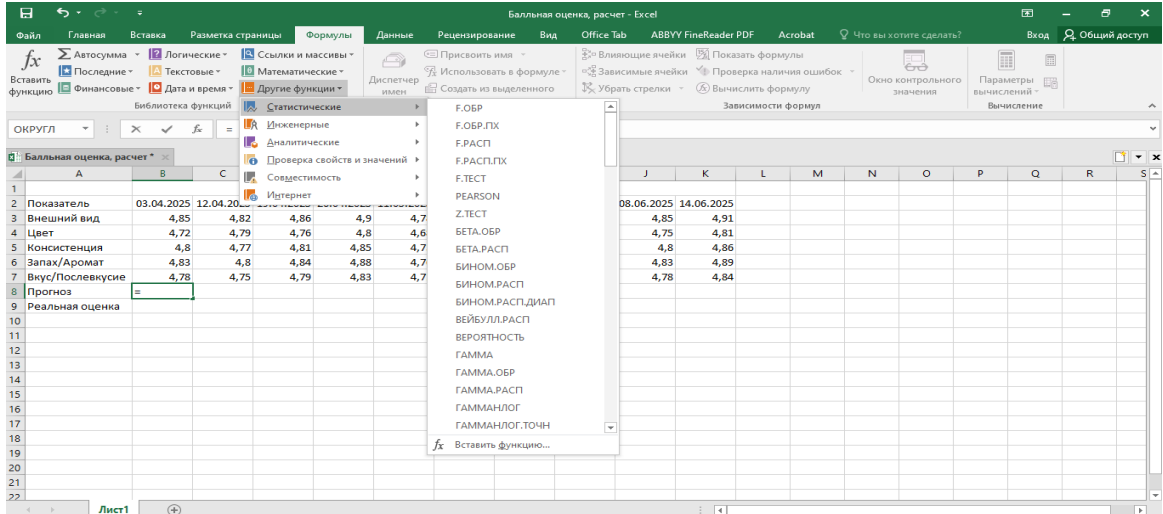
б. возможно

в. точно нет

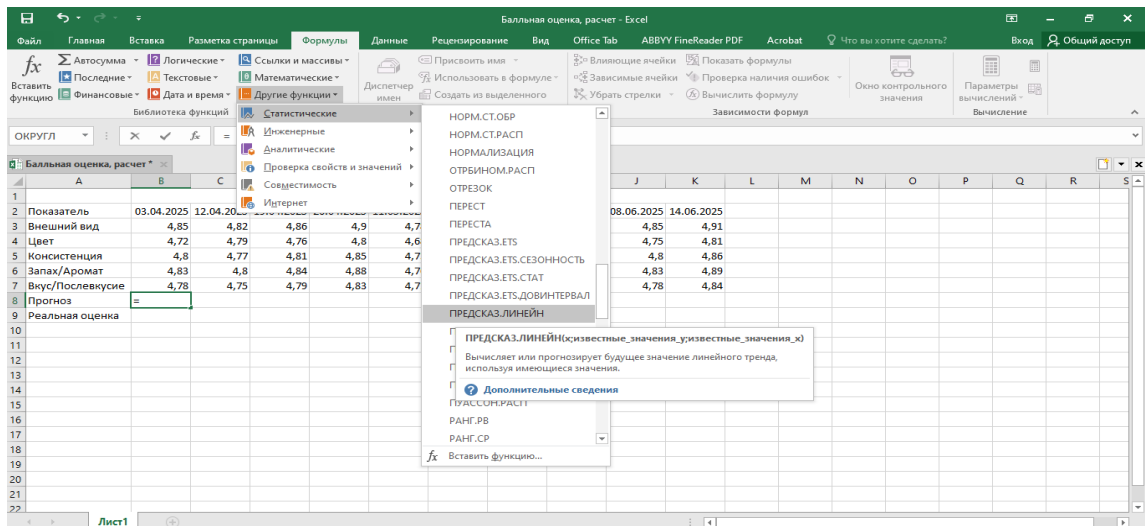
Благодарим за участие в опросе, вы нам очень помогли!

Используемый математический, статистический и прогнозный инструментарий цифровой платформы Excel при расчете коэффициентов весомости для каждого органолептического показателя

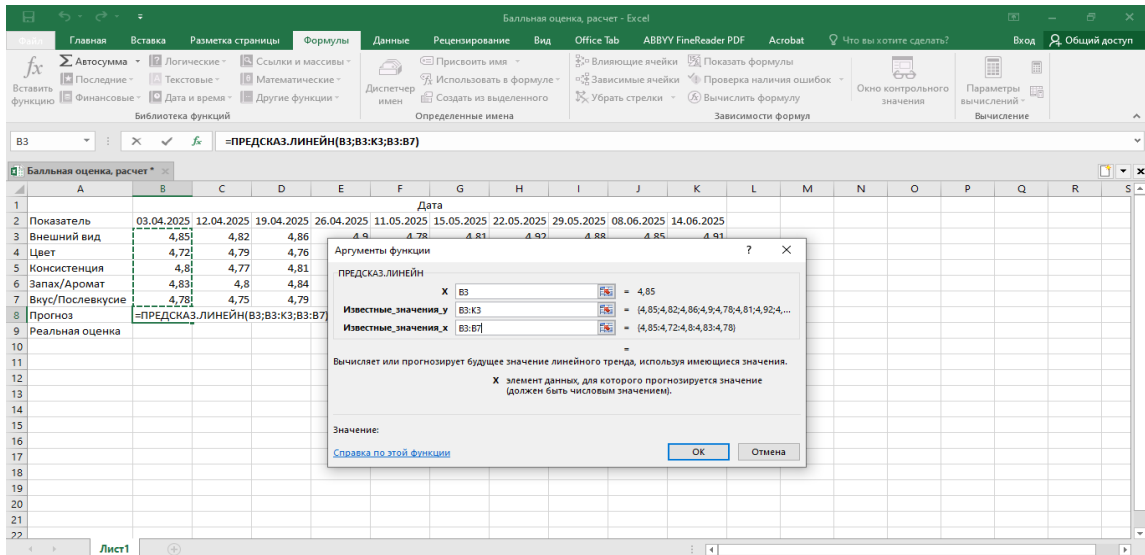
Шаг 1



Шаг 2



Шаг 3



Шаг 7

Показатель	Коэффициент весомости	Средний оценочный балл			Комплексная оценка		
		Шампиньон	Шиитаке	Вешенка	Шампиньон	Шиитаке	Вешенка
Внешний вид	3	4,9	4,9	4,8	14,7	14,7	14,4
Цвет	3	4,3	4,8	4,7	12,9	14,4	14,1
Консистенция	4	4,8	4,8	4,6	19,2	19,2	18,4
Запах/Аромат	6	4,7	4,9	4,8	28,2	29,4	28,8
Вкус/Послевкусие	4	4,8	4,9	4,8	19,2	19,6	19,2
Суммарная комплексная оценка					94,2	97,3	94,9
Общая оценка	20	4,7	4,86	4,74			

Шаг 8

Показатель	Коэффициент весомости	Средний оценочный балл			Комплексная оценка		
		Шампиньон	Шиитаке	Вешенка	Шампиньон	Шиитаке	Вешенка
Внешний вид	3	4,9	4,9	4,8	14,7	14,7	14,4
Цвет	3	4,3	4,8	4,7	12,9	14,4	14,1
Консистенция	4	4,8	4,8	4,6	19,2	19,2	18,4
Запах/Аромат	6	4,7	4,9	4,8	28,2	29,4	28,8
Вкус/Послевкусие	4	4,8	4,9	4,8	19,2	19,6	19,2
Суммарная комплексная оценка					94,2	97,3	94,9
Общая оценка	20	4,7	4,86	4,74			

Шаг 9

Показатель	Коэффициент весомости	Средний оценочный балл			Комплексная оценка		
		Шампиньон	Шиитаке	Вешенка	Шампиньон	Шиитаке	Вешенка
Внешний вид	3	4,9	4,9	4,8	14,7	14,7	14,4
Цвет	3	4,3	4,8	4,7	12,9	14,4	14,1
Консистенция	4	4,8	4,8	4,6	19,2	19,2	18,4
Запах/Аромат	6	4,7	4,9	4,8	28,2	29,4	28,8
Вкус/Послевкусие	4	4,8	4,9	4,8	19,2	19,6	19,2
Суммарная комплексная оценка					94,2	97,3	94,9
Общая оценка	20	4,7	4,86	4,74			

Таблица Д.1 – Изменение органолептических показателей на разных сроках хранения шампиньона (без упаковки)

Наименование показателя	свежесрезанные	Фактические данные в зависимости от сроков хранения		
		через 3 дня	через 5 дней	через 7 дней
Внешний вид	Грибы целые, чистые, сухие, немытые, здоровые, упругие, ножки подрезаны или никак подрезаны, с незначительными механическими повреждениями, не замороженные; без видимых следов химических веществ от опрыскивания (пятна затеки). Покрывало плотное, прилегает к ножке гриба и края шляпки	Чистые, целые, упругие, с естественной увлажненностью, не замороженные, гладкие, ножки подрезанные, без трещин и механических повреждений. Покрывало плотное, целое, прилегает к ножке	Целые, упругие, слегка увлажненные, не заморожены, гладкие, незначительные трещины и вмятины. Покрывало не совсем целое и не прилегает к ножке	Целые, мягкие, увлажненные, гладкие, со следами от вмятин, небольшие трещины. Остатки покрывала или его отсутствие
Окраска поверхности и шляпки	Кремовато-серая, розоватая или темно-кремовая с различными оттенками, присущими ботаническим штаммам (сортам)	От светло-серого до темно-серого с различными оттенками коричневого	От серого до темно-серого с различными оттенками серого	Серый с оттенками темно-серого и черного
Окраска мякоти шляпки на свежем разрезе	Кремовато-белая с розовым оттенком	Кремовая с потемнением к основанию шляпки	От кремового до коричневого с потемнением к основанию шляпки	Коричневый с потемнением к основанию
Вкус и запах	Характерный для свежих шампиньонов, без посторонних вкуса и запаха	Приятный, ярко выраженный, грибной, запах свежих грибов, без посторонних привкусов и запахов	Неярко выраженный, запах залежалости, вкус выраженный грибной, сладковатый	Отсутствие ярко выраженного грибного запаха, неприятный затхлый запах с примесью запаха гнили
Спелость	Шляпки закрытые, полусферические. Цвет пластинок с нижней стороны шляпки кремовый или бледно-бурый	Шляпки закрытые, полусферические	Шляпки закрытые, полусферические, к ножке гриба более коричневые	Шляпки открытые, полусферические, к ножке гриба более темные

Продолжение приложения Д

Таблица Д.2 – Изменение органолептических показателей на разных сроках хранения вешенка (без упаковки)

Наименование показателей	свежесрезанные	Фактические данные в зависимости от сроков хранения		
		через 3 дня	Через 5 дней	через 7 дней
Внешний вид	Грибы целые, чистые, сухие, немытые, здоровые, упругие, ножки подрезаны или никак подрезаны, с незначительными механическими повреждениями, не замороженные; без видимых следов химических веществ от опрыскивания (пятна затеки). Покрывало плотное, прилегает к ножке гриба и края шляпки	Чистые, целые, упругие, с естественной увлажненностью, не замороженные, гладкие, ножки подрезанные, без трещин и механических повреждений. Покрывало плотное, целое, прилегает к ножке	Целые, упругие, слегка увлажненные, не заморожены, гладкие, незначительные трещины и вмятины. Покрывало не совсем целое и не прилегает к ножке	Целые, мягкие, увлажненные, гладкие, со следами от вмятин, небольшие трещины. Остатки покрывала или его отсутствие
Окраска поверхности шляпки	Светло-серая, серая или темно-серая с различными оттенками, присущими ботаническим штаммам (сортам)	От серого до темно-серого с различными оттенками коричневого	От серого до темно-серого с различными оттенками серого	Серый с оттенками серого и черного
Окраска мякоти шляпки на свежем разрезе	Кремовато-белая с розовым оттенком	Кремовая с потемнением к основанию шляпки	От кремового до коричневого с потемнением к основанию шляпки	Коричневый с потемнением к основанию
Вкус и запах	Характерный для свежих вешенок, без посторонних вкуса и запаха	Приятный, ярко выраженный, грибной, запах свежих грибов, без посторонних привкусов и запахов	Неярко выраженный, запах залежалости, вкус выраженный грибной, сладковатый	Отсутствие ярко выраженного грибного запаха, неприятный затхлый запах с примесью запаха гнили
Спелость	Шляпки открытые, полусферические или уплощенные с углублением в центре. Цвет пластинок с нижней стороны шляпки кремовый или бледно-бурый	Шляпки открытые, полусферические или уплощенные с углублением в центре	Шляпки открытые, уплощенные, к ножке гриба более коричневые	Шляпки открытые, уплощенные, к ножке гриба более темные

Продолжение приложения Д

Таблица Д.3 – Изменение органолептических показателей на разных сроках хранения опят летних (без упаковки)

Наименование показателя	свежесрезанные	Фактические данные в зависимости от сроков хранения		
		через 3 дня	через 5 дней	через 7 дней
Внешний вид	Грибы целые, чистые, сухие, немывые здоровые, упругие, ножки подрезаны или никак подрезаны, с незначительными механическими повреждениями, не подмороженные; без видимых следов химических веществ от опрыскивания (пятна затеки). Покрывало плотное, прилегает к ножке гриба и края шляпки	Чистые, целые, упругие, с естественной увлажненностью, не подмороженные, гладкие, ножки подрезанные, без трещин и механических повреждений. Покрывало плотное, целое, прилегает к ножке	Целые, упругие, слегка увлажненные, не подморожены, гладкие, незначительные трещины и вмятины. Покрывало не совсем целое и не прилегает к ножке	Целые, мягкие, увлажненные, гладкие, со следами от вмятин, небольшие трещины. Остатки покрывала или его отсутствие
Окраска поверхности и шляпки	Светло-желтая, светло-коричневая или коричневая с различными оттенками, присущими ботаническим штаммам (сортам). По краю – более темная кайма	От светло-желтого до светло-коричневого с различными оттенками коричневого	От светло-коричневого до коричневого с различными оттенками серого	Коричневый с оттенками серого и черного
Окраска мякоти шляпки на свежем разрезе	Беловатая с розовым оттенком	Палевая с потемнением к основанию шляпки	От палевого до коричневого с потемнением к основанию шляпки	Коричневая с потемнением к основанию
Вкус и запах	Характерный для свежих опят летних, без посторонних вкуса и запаха	Приятный, ярко выраженный, грибной, запах свежих грибов, без посторонних привкусов и запахов	Неярко выраженный, запах залежалости, вкус, выраженный грибной, сладковатый	Отсутствие ярко выраженного грибного запаха, неприятный затхлый запах с примесью запаха гнили
Спелость	Шляпки открытые, полусферические или уплощенные с бугорком в центре. Густо растущие пластинки вначале желтоватые, затем приобретают цвет корицы	Шляпки открытые, полусферические	Шляпки открытые, уплощенные, к ножке гриба более коричневые	Шляпки открытые, уплощенные, к ножке гриба более темные

Продолжение приложения Д

Таблица Д.4 – Изменение органолептических показателей на разных сроках хранения опят зимних (без упаковки)

Наименование показателя	свежесрезанные	Фактические данные в зависимости от сроков хранения		
		через 3 дня	через 5 дней	через 7 дней
Внешний вид	Грибы целые, чистые, сухие, немытые здоровые, упругие, ножки подрезаны или никак подрезаны, с незначительными механическими повреждениями, не замороженные; без видимых следов химических веществ от опрыскивания (пятна затеки). Покрывало плотное, прилегает к ножке гриба и края шляпки	Чистые, целые, упругие, с естественной увлажненностью, не замороженные, гладкие, ножки подрезанные, без трещин и механических повреждений. Покрывало плотное, целое, прилегает к ножке	Целые, упругие, слегка увлажненные, не замороженные, гладкие, незначительные трещины и вмятины. Покрывало не совсем целое и не прилегает к ножке	Целые, мягкие, увлажненные, гладкие, со следами от вмятин, небольшие трещины. Остатки покрывала или его отсутствие
Окраска поверхности шляпки	Желтая, светло-кремовая или кремовая с различными оттенками, присущими ботаническим штаммам (сортам). В центре темнее, чем по краям, в середине становится буроватой	От светло-желтого до светло-кремового с различными оттенками коричневого	От светло-кремового до кремового с различными оттенками серого	Кремовый с оттенками серого и черного
Окраска мякоти шляпки на свежем разрезе	Беловатая с розовым оттенком	Палевая с потемнением к основанию шляпки	От палевого до коричневого с потемнением к основанию шляпки	Коричневый с потемнением к основанию
Вкус и запах	Характерный для свежих опят зимних, без посторонних вкуса и запаха	Приятный, ярко выраженный, грибной, слабый запах свежих грибов, без посторонних привкусов	Неярко выраженный, запах залежалости, вкус выраженный, сладковатый	Отсутствие грибного запаха, неприятный затхлый запах с примесью запаха гнили
Спелость	Шляпки открытые, полу-сферические. Пластинки желто-коричневые или белые. Ножка плотная, упругая. В верхней части светлая и желтоватая, а внизу коричневая или черно-бурая. Основание ножки волосисто-бархатное	Шляпки открытые, полусферические	Шляпки открытые, полу-сферические, к ножке гриба более коричневые	Шляпки открытые, полу-сферические, к ножке гриба более темные

Продолжение приложения Д

Таблица Д.5 – Изменение органолептических показателей на разных сроках хранения кольцевика (без упаковки)

Наименование показателя	свежесрезанные	Фактические данные в зависимости от сроков хранения		
		через 3 дня	через 5 дней	через 7 дней
Внешний вид	Грибы целые, чистые, сухие, невымытые здоровые, упругие, ножки подрезаны или никак подрезаны, с незначительными механическими повреждениями, не замороженные; без видимых следов химических веществ от опрыскивания (пятна затеки). Покрывало плотное, прилегает к ножке гриба и края шляпки	Чистые, целые, упругие, с естественной увлажненностью, не замороженные, гладкие, ножки подрезанные, без трещин и механических повреждений. Покрывало плотное, целое, прилегает к ножке	Целые, упругие, слегка увлажненные, не заморожены, гладкие, незначительные трещины и вмятины. Покрывало не совсем целое и не прилегает к ножке	Целые, мягкие, увлажненные, гладкие, со следами от вмятин, небольшие трещины. Остатки покрывала или его отсутствие
Окраска поверхность и шляпки	Серо-коричневая или каштаново-красная с различными оттенками, присущими ботаническим штаммам (сортам)	От серого до каштанового с различными оттенками коричневого	От коричневого до красно-бурого с различными оттенками серого	Бурый с оттенками серого и черного
Окраска мякоти шляпки на свежем разрезе	Кремовато-белая с розовым оттенком	Кремовая с потемнением к основанию шляпки	От кремового до коричневого с потемнением к основанию шляпки	Коричневый с потемнением к основанию
Вкус и запах	Характерный для свежего кольцевика (сходен со вкусом подосиновика), без посторонних вкуса и запаха	Приятный, ярко выраженный, грибной, запах свежих грибов, без посторонних привкусов и запахов	Неярко выраженный, запах залежалости, вкус выраженный грибной, сладковатый	Отсутствие ярко выраженного грибного запаха, неприятный затхлый запах с примесью запаха гнили
Спелость	Шляпки открытые, полусферические или эллипсообразные с уплощением в центре. Цвет пластинок с нижней стороны шляпки кремовый или бледно-серый	Шляпки открытые, полусферические	Шляпки открытые, полусферические, к ножке гриба более коричневые	Шляпки открытые, полусферические, к ножке гриба более темные

Продолжение приложения Д

Таблица Д.6 – Изменение органолептических показателей на разных сроках хранения шиитаке (без упаковки)

Наименование показателя	свежесрезанные	Фактические данные в зависимости от сроков хранения		
		через 5 дней	Через 7 дней	через 10 дней
Внешний вид	Грибы целые, чистые, сухие, немытые здоровые, упругие, ножки подрезаны или никак подрезаны, с незначительными механическими повреждениями, не замороженные; без видимых следов химических веществ от опрыскивания (пятна затеки). Покрывало плотное, прилегает к ножке гриба и края шляпки	Чистые, целые, упругие, с естественной увлажненностью, не замороженные, гладкие, ножки подрезанные, без трещин и механических повреждений. Покрывало плотное, целое, прилегает к ножке	Целые, упругие, слегка увлажненные, не замороженные, гладкие, незначительные трещины и вмятины. Покрывало не совсем целое и не прилегает к ножке	Целые, мягкие, увлажненные, гладкие, со следами от вмятин, небольшие трещины. Остатки покрывала или его отсутствие
Окраска поверхности шляпки	Желто-коричневая, бурая или темно-бурая с различными оттенками, присущими ботаническим штаммам (сортам)	От бурого до темно-бурого с различными оттенками коричневого цвета	От бурого до темно-бурого с различными оттенками серого	Бурый с оттенками серого и черного
Окраска мякоти шляпки на свежем разрезе	Кремовато-белая с розовым оттенком	Кремовая с потемнением к основанию шляпки	От кремового до коричневого с потемнением к основанию шляпки	Коричневый с потемнением к основанию
Вкус и запах	Характерный для свежих шиитаке, без посторонних вкуса и запаха	Приятный, ярко выраженный, грибной, запах свежих грибов, без посторонних привкусов и запахов	Неярко выраженный, запах залежалости, вкус выраженный грибной, сладковатый	Отсутствие ярко выраженного грибного запаха, неприятный затхлый запах с примесью запаха редьки
Спелость	Шляпки открытые, полусферические или уплощенные с углублением в центре. Цвет пластинок с нижней стороны шляпки кремовый или бледно-бурый	Шляпки открытые, полусферические	Шляпки открытые, полусферические, к ножке гриба более коричневые	Шляпки открытые, полусферические, к ножке гриба более темные

Продолжение приложения Д

Таблица Д.7 – Изменение органолептических показателей на разных сроках хранения мейтаке (без упаковки)

Наименование показателя	свежесрезанные	Фактические данные в зависимости от сроков хранения		
		через 5 дней	через 7 дней	через 10 дней
Внешний вид	Грибы целые, чистые, сухие, невымытые здоровые, упругие, ножки подрезаны или никак подрезаны, с незначительными механическими повреждениями, не подмороженные; без видимых следов химических веществ от опрыскивания (пятна затеки). Покрывало плотное, прилегает к ножке и края шляпки	Чистые, целые, упругие, с естественной увлажненностью, не подмороженные, гладкие, ножки подрезанные, без трещин и механических повреждений. Покрывало плотное, целое, прилегает к ножке	Целые, упругие, слегка увлажненные, не подморожены, гладкие, незначительные трещины и вмятины. Покрывало не совсем целое и не прилегает к ножке	Целые, мягкие, увлажненные, гладкие, со следами от вмятин, небольшие трещины. Остатки покрывала или его отсутствие
Окраска поверхности и шляпки	Темного серо-коричневого цвета с различными оттенками, присущими ботаническим штаммам (сортам)	Темно-серого с различными оттенками коричневого	Светло-серого с различными оттенками коричневого	Светло-желтого с различными оттенками коричневого
Окраска мякоти шляпки на свежем разрезе	Кремовато-серая с розовым оттенком	Кремовая с потемнением к основанию шляпки	Серая с потемнением к основанию шляпки	Светло-серая с потемнением к основанию
Вкус и запах	Характерный для свежих мейтаке, без посторонних вкуса и запаха	Приятный, ярко выраженный, грибной, запах свежих грибов, без посторонних привкусов и запахов	Неярко выраженный, запах залежалости, вкус выраженный грибной, сладковатый	Отсутствие ярко выраженного грибного запаха, неприятный затхлый запах с примесью запаха опилок
Спелость	Плодовое тело состоит из множества частично перекрывающихся друг друга шляпок, расположенных на разветвляющихся ножках, которые смещены в сторону от центров и крепятся к основанию	Шляпки плотно прилегают друг к другу	Шляпки неплотно прилегают друг к другу	Шляпки неплотно прилегают друг к другу, структура гриба разваливается

Приложение Е

Таблица Е.1 – Комплексная (суммарная) балльная оценка по результатам выемок свежих шампиньонов в процессе хранения

Срок выемки (сутки)			
начало	3	5	7
При температуре хранения $4\pm 0,5$ °С			
неупакованные (контроль)			
4,95	3,76	2,35	сняты с хранения
упакованные в ПЭ			
4,95	4,34	3,88	3,54
упакованные в ПВХ			
4,95	4,28	3,76	3,33
упакованные в СП			
4,95	4,11	3,57	3,29
При температуре хранения $2\pm 0,5$ °С			
упакованные в ПЭ			
4,95	4,65	4,16	3,87
упакованные в ПВХ			
4,95	4,65	4,08	3,25
упакованные в СП			
4,95	4,54	4,04	3,21

Таблица Е.2 - Комплексная (суммарная) балльная оценка по результатам выемок свежей вешенки в процессе хранения

Срок выемки (сутки)			
начало	3	5	7
При температуре хранения $4\pm 0,5$ °С			
неупакованные (контроль)			
4,91	3,76	2,32	сняты с хранения
упакованные в ПЭ			
4,91	4,34	3,88	3,24
упакованные в ПВХ			
4,91	4,28	3,76	3,03
упакованные в СП			
4,91	4,11	3,57	3,01
При температуре хранения $2\pm 0,5$ °С			
упакованные в ПЭ			
4,91	4,65	4,16	3,87
упакованные в ПВХ			
4,91	4,44	4,08	3,25
упакованные в СП			
4,91	4,45	4,04	3,21

Продолжение приложения Е

Таблица Е.3 - Комплексная (суммарная) балльная оценка по результатам выемок свежих опят (летних и зимних) в процессе хранения

Срок выемки (сутки)				
начало	3	5	7	10
При температуре хранения $4\pm 0,5$ °С				
неупакованные (контроль)				
4,96	3,76	2,32	сняты с хранения	сняты с хранения
упакованные в ПЭ				
4,96	4,26	4,04	3,54	сняты с хранения
упакованные в ПВХ				
4,96	4,18	3,95	3,33	сняты с хранения
упакованные в СП				
4,96	4,15	3,95	3,29	сняты с хранения
При температуре хранения $2\pm 0,5$ °С				
упакованные в ПЭ				
4,96	4,91	4,78	4,05	3,26
упакованные в ПВХ				
4,96	4,90	4,75	4,05	3,25
упакованные в СП				
4,96	4,90	4,75	4,05	3,22

Таблица Е.4 - Комплексная (суммарная) балльная оценка по результатам выемок свежего кольцевика в процессе хранения

Срок выемки (сутки)						
начало	3	5	7	10	12	14
При температуре хранения $4\pm 0,5$ °С						
неупакованные						
4,95	4,25	3,62	2,65	сняты	сняты с хранения	сняты с хранения
упакованные в ПЭ						
4,95	4,76	4,22	3,64	2,75	сняты с хранения	сняты с хранения
упакованные в ПВХ						
4,95	4,75	4,02	3,53	2,62	сняты с хранения	сняты с хранения
упакованные в СП						
4,95	4,63	4,01	3,49	2,62	сняты с хранения	сняты с хранения
При температуре хранения $2\pm 0,5$ °С						
упакованные в ПЭ						
4,95	4,91	4,65	4,07	3,86	3,45	сняты с хранения
упакованные в ПВХ						
4,95	4,75	4,58	4,05	3,55	3,04	сняты с хранения
упакованные в СП						
4,95	4,71	4,54	4,01	3,52	3,02	сняты с хранения

Продолжение приложения Е

Таблица Е.5 - Комплексная (суммарная) балльная оценка по результатам выемок свежего шиитаке в процессе хранения

Срок выемки (сутки)								
начало	3	5	7	10	12	14	16	18
При температуре хранения $4\pm 0,5$ °С								
неупакованные								
4,97	4,25	3,96	3,64	2,85	сняты с хранения			
упакованные в ПЭ								
4,97	4,76	4,32	4,04	3,85	3,55	3,09	сняты с хранения	
упакованные в ПВХ								
4,97	4,75	4,22	4,03	3,84	3,32	2,82	сняты с хранения	
упакованные в СП								
4,97	4,75	4,18	4,01	3,82	3,18	2,77	сняты с хранения	
При температуре хранения $2\pm 0,5$ °С								
упакованные в ПЭ								
4,97	4,88	4,78	4,57	4,26	4,11	3,88	3,25	2,32
упакованные в ПВХ								
4,97	4,85	4,78	4,45	4,05	4,05	3,52	3,11	2,16
упакованные в СП								
4,97	4,85	4,74	4,41	4,02	4,03	3,61	3,07	2,01

Таблица Е.6 - Комплексная (суммарная) балльная оценка по результатам выемок свежего мейтаке в процессе хранения

Срок выемки (сутки)								
начало	3	5	7	10	12	14	16	18
При температуре хранения $4\pm 0,5$ °С								
неупакованные								
4,97	4,23	3,86	3,52	2,91	сняты с хранения			
упакованные в ПЭ								
4,97	4,76	4,31	4,01	3,95	3,58	3,02	сняты с хранения	
упакованные в ПВХ								
4,97	4,65	4,20	4,0	3,74	3,31	2,91	сняты с хранения	
упакованные в СП								
4,97	4,65	4,15	4,0	3,72	3,21	2,87	сняты с хранения	
При температуре хранения $2\pm 0,5$ °С								
упакованные в ПЭ								
4,97	4,85	4,75	4,62	4,26	4,09	3,91	3,19	2,22
упакованные в ПВХ								
4,97	4,75	4,71	4,55	4,04	4,0	3,46	3,01	2,10
упакованные в СП								
4,97	4,75	4,62	4,48	4,0	4,0	3,41	3,07	2,05

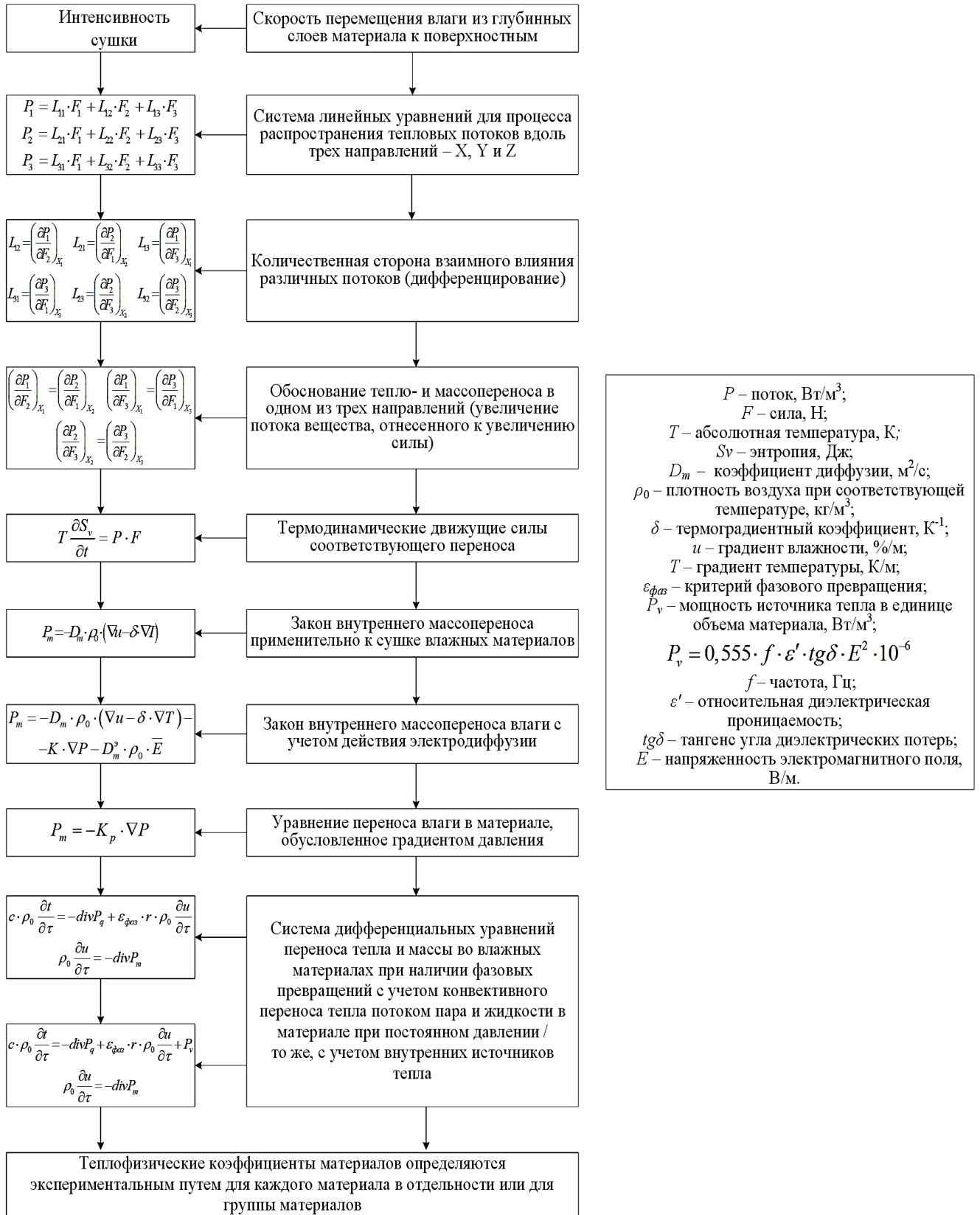


Рисунок Ж.1 – Математическая модель процесса тепловой сушки

Математическая модель процесса сублимационной сушки

Исходные условия – материал находится в емкости, через дно которой передается теплота определенной величины. Это значение зависит от функции распределения температуры по высоте слоя материала.

Пусть ζ – время, за которое количество тепла Q преодолет дно сосуда для сушки, ограниченную некоей площадью S

$$Q = -g \cdot \int_0^l \int_{(S)} \frac{\partial T}{\partial t} dS_t d\zeta \quad (\text{И.1})$$

Граничными условиями постоянства плотности теплового потока является следующее допущение

$$q_0(\zeta) = \text{const} \quad (\text{И.2})$$

Нагрев осуществляется подводимой тепловой массой с постоянными характеристиками. Температура изменяется по одному направлению – от нагревательной плиты вверх.

Определяться плотность тепловой массы будет на основании функции зависимости распределения тепловой массы от времени по указанному направлению.

Тогда

$$\frac{\partial T(x, \zeta)}{\partial \zeta} = c \cdot \frac{\partial^2 T(x, \zeta)}{\partial x^2}$$

$$\zeta \geq 0$$

$$0 \leq x \leq \infty \quad (\text{И.3})$$

$$T(x, 0) = T_0 = \text{const}$$

Таким образом, поставленная задача сводится к обоснованию распределения показателей нагрева по поверхности для того или иного момента времени

$$T_w(\tau) = f(\tau) \quad (\text{И.4})$$

Вместо переменной T введем новую переменную J , для которой примем следующее отношение

$$J(x, \zeta) = -g \cdot \frac{\partial T(x, \zeta)}{\partial x} \quad (\text{И.5})$$

Для получения дифференциального уравнения запишем промежуточное уравнение

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\partial J(x, \zeta)}{\partial \zeta} \right] = \frac{\partial}{\partial x} \left[c \cdot \frac{\partial^2 J(x, \zeta)}{\partial x^2} \right] \quad (\text{И.6})$$

которое сведем к дифференциальному уравнению

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\partial J(x, \zeta)}{\partial \zeta} \right] = c \cdot \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[\frac{\partial J(x, \zeta)}{\partial x} \right] \quad (\text{И.7})$$

Или

$$\frac{\partial J(x, \zeta)}{\partial \zeta} = a \cdot \frac{\partial^2 J(x, \zeta)}{\partial x^2} \quad (\text{И.8})$$

Вводим условия, которые обеспечивают однозначность решения задачи (начальные и граничные) для новой переменной

$$J(x, 0) = 0$$

$$J(0, \zeta) = J_0 = \text{const} \quad (\text{И.9})$$

$$J(\infty, \zeta) = 0$$

С учетом обозначенных условий

$$\frac{J(x, \zeta)}{J_0} = \operatorname{erfc} \frac{x}{2 \cdot \sqrt{a \cdot \zeta}} \quad (\text{И.10})$$

Причем

$$\operatorname{erfc} \frac{x}{2 \cdot \sqrt{c \cdot \zeta}} = 1 - \operatorname{erf} \frac{x}{2 \cdot \sqrt{c \cdot \zeta}}$$

$$\operatorname{erf}(u) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_0^u e^{-u^2} du \quad \text{при } u = \frac{x}{2 \cdot \sqrt{c \cdot \zeta}} \quad (\text{И.11})$$

Функция изменяется от 0, если $u = 0$, до 1, когда $u \rightarrow \infty$
(практически, когда $u > 2,7$, т. е. $\operatorname{erf}(2,7) = 0,9999$)

Упрощаем выражение обратной заменой и интегрируем его

$$T(x, \zeta) - T_0 = \frac{2 \cdot J_0 \cdot \sqrt{\zeta}}{\sqrt{\vartheta \cdot b \cdot \rho}} \cdot \operatorname{ierfc} \frac{x}{2 \cdot \sqrt{c \cdot \zeta}} \quad (\text{И.12})$$

причем

$$\operatorname{ierfc}(u) = \frac{1}{\pi} \cdot e^{-u^2} - u \cdot \operatorname{erc}(u) \quad (\text{И.13})$$

Тогда плотность тепловой массы

$$J_0 = \frac{[T(x, \zeta) - T_0] \cdot \sqrt{\vartheta \cdot b \cdot \rho}}{2 \cdot \sqrt{\zeta} \cdot \operatorname{ierfc} \frac{x}{2 \cdot \sqrt{a \cdot \zeta}}} \quad (\text{И.14})$$

Где

$$c = \frac{\vartheta}{b_p \cdot \rho} \quad (\text{И.15})$$

b_p – изобарная тепловая емкость, Дж/(кг·К)

$$G = \frac{S \cdot [T(x, \zeta) - T_0] \cdot \sqrt{\vartheta \cdot b \cdot \rho}}{2 \cdot \sqrt{\zeta} \cdot \operatorname{ierfc} \frac{x}{2 \cdot \sqrt{c \cdot \zeta}}} \quad (\text{И.16})$$

Выражение для подсчета теплового потока, проходящего через дно емкости с учетом температуры для всякого временного периода для заданной точки, принимает вид

$$G = \frac{S \cdot [T(0, \zeta) - T_0] \cdot \sqrt{g \cdot b \cdot \rho}}{2 \cdot \sqrt{\zeta} \cdot \text{ierfc}_0} \quad (\text{И.17})$$

Эта формула предназначена для расчета теплового потока по экспериментально определенным значениям температуры материала, т. е. в реальных условиях использование приборов для измерения теплового потока через дно стеклянной емкости затруднено.

Обоснование математической модели основывается на следующих предпосылках:

- уравнение теплопроводности (для твердой и газообразной фаз)

$$\rho \cdot b_p \frac{\partial T}{\partial \zeta} = \nabla (g \nabla T) \quad (\text{И.18})$$

- уравнение диффузии, то есть перемещение пара в свободной области

$$\frac{\partial n_n}{\partial \zeta} = \nabla (D \nabla n_n) \quad (\text{И.19})$$

- параметры на подвижной границе перехода фаз.

Термодинамическое равенство, установившееся на границе перехода фаз, определяет кумуляцию пара над поверхностью льда, как

$$n_n = \frac{P_n}{R \cdot T} \quad (\text{И.20})$$

Данное давление зависит от температуры

$$\ln P_v = 9,55 \div 5723T^{-1} + 3,53 \cdot \lg T \div 0,00728T \quad (\text{И.21})$$

Вышесказанное в равной степени относится и к водяному пару, и ко льду.

Граница фазового перехода перемещается со скоростью, которую можно рассчитать, используя значения теплового баланса на границе при возможности его прогрева с помощью излучения

$$W_x = \frac{Q + \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_{окр}^4 - T^4)}{\rho \cdot L} \quad (\text{И.22})$$

где Q – рост тепловой массы на границе, Дж/(м²·с);

$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м·К) – постоянная Стефана-Больцмана;

$L = 2,84$ МДж/кг – неочевидная теплота для сублимированного льда.

Масса сублимационного пара, отходящего от подвижной границы, обуславливается показанной выше скоростью

$$-\vec{n} \cdot N_v = \frac{\rho_v - \rho_{ice}}{M_v} \cdot W \quad (\text{И.23})$$

где $M_n = 0,018$ кг/моль – молекулярный вес пара.

Введем понятие диффузии пара.

Примем коэффициент диффузии каркаса и пара в виде

$$\varphi(z, z_0) = \frac{\chi - \chi_k}{\chi_n - \chi_k} = \begin{cases} 0, & \text{если } z \leq z_0 \\ 1, & \text{если } z \geq z_0 \end{cases} \quad (\text{И.24})$$

где χ_k – коэффициент диффузии каркаса, м²/с;

χ_n – коэффициент диффузии пара, м²/с;

z – абсцисса слоя, м;

z_0 – начальная абсцисса слоя, м.

$$\varphi(z, z_0) = f \cdot l \cdot c \cdot 2 \cdot h \cdot s \cdot ((z - z_0) dz) \quad (\text{И.25})$$

Упростив выражение получаем

$$\varphi(z, z_0) = 2^{-e^{-a\left(\frac{z}{z_0}-1\right)}} \quad (\text{И.26})$$

Предложенная расчетная методика позволяет дать реальную оценку продолжительности процесса вакуумной сублимационной сушки с учетом условий контактирования.

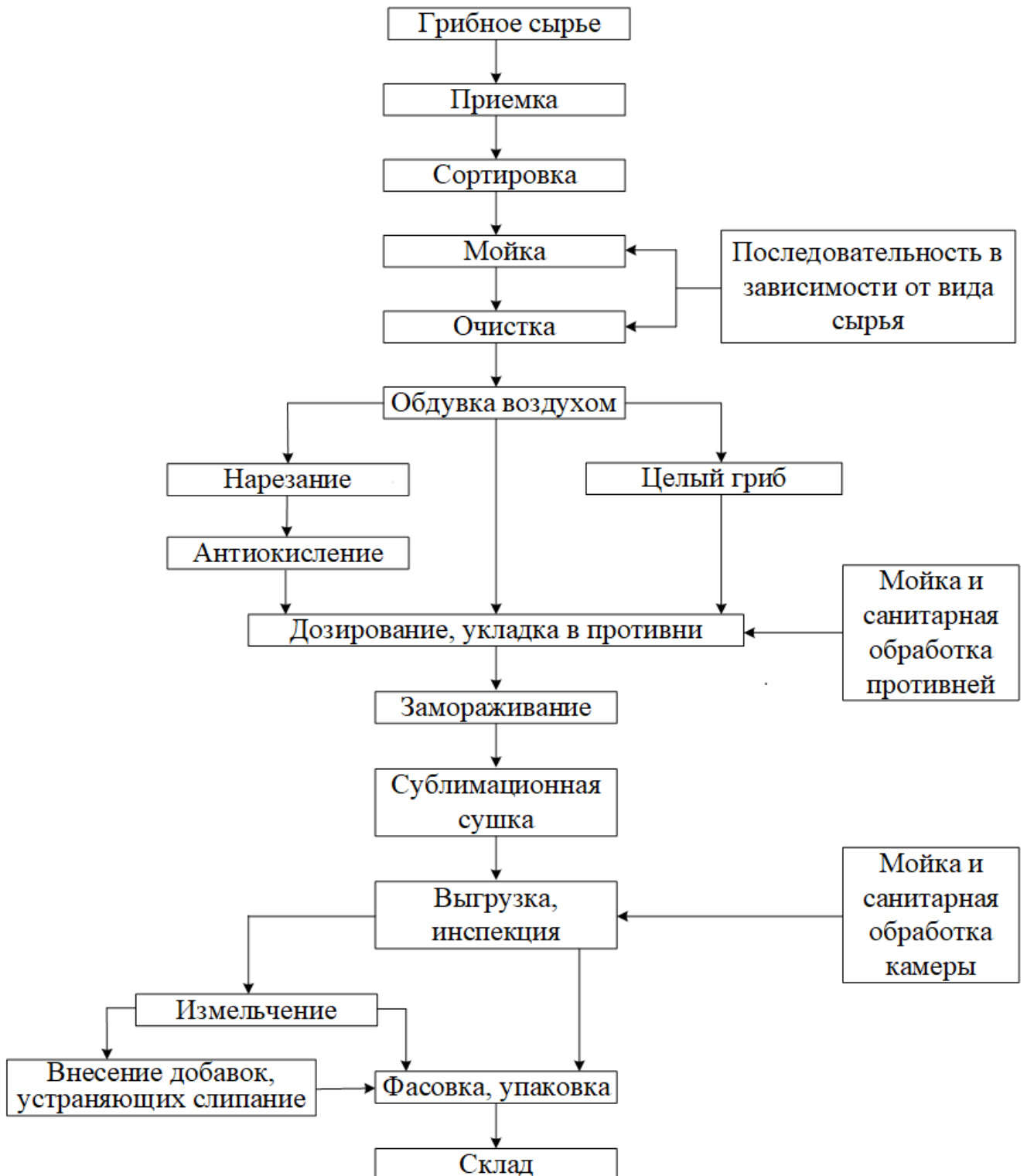


Рисунок И.1 – Технологическая схема производственного процесса сублимационной сушки

Часть кода управления программного обеспечения автоматизированной системы управления сублимационной сушкой, взятой из разных мест для наглядной визуализации и подтверждения его реального наличия

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `time4` (
  `id` int(11) NOT NULL,
  `davlenie` decimal(20,2) NOT NULL,
  `vlagnost` decimal(20,2) NOT NULL
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=114 DEFAULT CHARSET=utf8 COMMENT='4-й этап - Температура поднимается от минуса -23 до плюс -22';
\
--\
--Даны данные из таблицы `time4`
--\
\
INSERT INTO `time4` (`id`, `davlenie`, `vlagnost`) VALUES
(1, '44.60', '245.40'),
(2, '44.41', '244.40'),
(3, '44.21', '243.40'),
(4, '44.02', '242.40'),
(5, '43.83', '241.40'),
(6, '43.64', '240.40'),
(7, '43.44', '239.40'),
(8, '43.25', '238.40'),
(9, '43.06', '237.40'),
(10, '42.86', '236.40'),
(11, '42.67', '235.40'),
(12, '42.48', '234.40'),
(13, '42.28', '233.40'),
(14, '42.09', '232.40'),
(15, '41.90', '231.40'),
(16, '41.71', '230.40'),
(17, '41.51', '229.40'),
(18, '41.32', '228.40'),
(19, '41.13', '227.40'),
(20, '40.93', '226.40'),
(21, '40.74', '225.40'),
(22, '40.55', '224.40'),
(23, '40.35', '223.40'),
(24, '40.16', '222.40'),
(25, '39.97', '221.40'),
(26, '39.78', '220.40'),
(27, '39.58', '219.40'),
(28, '39.39', '218.40'),
(29, '39.20', '217.40'),
(30, '39.00', '216.40'),
(31, '38.81', '215.40'),
(32, '38.62', '214.40'),
(33, '38.42', '213.40'),
(34, '38.23', '212.40'),
(35, '38.04', '211.40'),
(36, '37.85', '210.40'),
(37, '37.65', '209.40'),
(38, '37.46', '208.40'),
(39, '37.27', '207.40'),
(40, '37.07', '206.40'),
(41, '36.88', '205.40'),
(42, '36.69', '204.40'),
(43, '36.49', '203.40'),

```

(44, '36.30', '202.40'),
(45, '36.11', '201.40'),
(46, '35.92', '200.40'),
(47, '35.72', '199.40'),
(48, '36.53', '198.40'),
(49, '35.34', '197.40'),
(50, '35.14', '196.40'),
(51, '34.95', '195.40'),
(52, '34.76', '194.40'),
(53, '34.56', '193.40'),
(54, '34.37', '192.40'),
(55, '34.18', '191.40'),
(56, '33.99', '190.40'),
(57, '33.79', '189.40'),
(58, '33.60', '188.40'),
(59, '33.41', '187.40'),
(60, '33.21', '186.40'),
(61, '33.02', '185.40'),
(62, '32.83', '184.40'),
(63, '32.63', '183.40'),
(64, '32.44', '182.40'),
(65, '32.25', '181.40'),
(66, '32.06', '180.40'),
(67, '31.86', '179.40'),
(68, '31.67', '178.40'),
(69, '31.48', '177.40'),
(70, '31.28', '176.40'),
(71, '31.09', '175.40'),
(72, '30.90', '174.40'),
(73, '30.70', '173.40'),
(74, '30.51', '172.40'),
(75, '30.32', '171.40'),
(76, '30.13', '170.40'),
(77, '29.93', '169.40'),
(78, '29.74', '168.40'),
(79, '29.55', '167.40'),
(80, '29.35', '166.40'),
(81, '29.16', '165.40'),
(82, '28.97', '164.40'),
(83, '28.77', '163.40'),
(84, '28.58', '162.40'),
(85, '28.39', '161.40'),
(86, '28.20', '160.40'),
(87, '28.00', '159.40'),
(88, '27.81', '158.40'),
(89, '27.62', '157.40'),
(90, '27.42', '156.40'),
(91, '27.23', '155.40'),
(92, '27.04', '154.40'),
(93, '26.84', '153.40'),
(94, '26.65', '152.40'),
(95, '26.46', '151.40'),
(96, '26.27', '150.40'),
(97, '26.07', '149.40'),
(98, '25.88', '148.40'),

```

(99, '25.69', '147.40'),¶
(100, '25.49', '146.40'),¶
(101, '25.30', '145.40'),¶
(102, '25.11', '144.40'),¶
(103, '24.91', '143.40'),¶
(104, '24.72', '142.40'),¶
(105, '24.53', '141.40'),¶
(106, '24.34', '140.40'),¶
(107, '24.14', '139.40'),¶
(108, '23.95', '138.40'),¶
(109, '23.76', '137.40'),¶
(110, '23.56', '136.40'),¶
(111, '23.37', '135.40'),¶
(112, '23.18', '134.40'),¶
(113, '22.98', '133.40'),¶
¶
-----¶
¶
--¶
-- Структура таблицы 'time5'¶
--¶
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `time5` (¶
  `id` int(11) NOT NULL,¶
  `davlenie` decimal(20,2) NOT NULL,¶
  `vlagrost` decimal(20,2) NOT NULL¶
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=107 DEFAULT CHARSET=utf8 COMMENT='5-¶
й этап Температура поднимается от минуса 23 до плюс 22';¶
¶
--¶
-- Даны данные таблицы 'time5'¶
--¶
INSERT INTO `time5` (`id`, `davlenie`, `vlagrost`) VALUES¶
(1, '1633.30', '22.80'),¶
(2, '132.30', '22.64'),¶
(3, '1231.30', '22.47'),¶
(4, '1230.30', '22.31'),¶
(5, '129.30', '22.14'),¶
(6, '128.30', '21.98'),¶
(7, '127.30', '21.81'),¶
(8, '126.30', '21.65'),¶
(9, '125.30', '21.48'),¶
(10, '124.30', '21.32'),¶
(11, '123.30', '21.15'),¶
(12, '122.30', '20.99'),¶
(13, '121.30', '20.82'),¶
(14, '120.30', '20.66'),¶
(15, '119.30', '20.49'),¶
(16, '118.30', '20.33'),¶
(17, '117.30', '20.16'),¶
(18, '116.30', '20.00'),¶
(19, '115.30', '19.83'),¶
(20, '114.30', '19.67'),¶
(21, '113.30', '19.50'),¶

```

(22,	'112.30',	'19.34')	,1
(23,	'111.30',	'19.17')	,1
(24,	'110.30',	'19.01')	,1
(25,	'109.30',	'18.84')	,1
(26,	'108.30',	'18.68')	,1
(27,	'107.30',	'18.51')	,1
(28,	'106.30',	'18.35')	,1
(29,	'105.30',	'18.18')	,1
(30,	'104.30',	'18.02')	,1
(31,	'103.30',	'17.85')	,1
(32,	'102.30',	'17.69')	,1
(33,	'101.30',	'17.52')	,1
(34,	'100.30',	'17.36')	,1
(35,	'99.30',	'17.19')	,1
(36,	'98.30',	'17.03')	,1
(37,	'97.30',	'16.86')	,1
(38,	'96.30',	'16.70')	,1
(39,	'95.30',	'16.53')	,1
(40,	'94.30',	'16.37')	,1
(41,	'93.30',	'16.20')	,1
(42,	'92.30',	'16.04')	,1
(43,	'91.30',	'15.87')	,1
(44,	'90.30',	'15.71')	,1
(45,	'89.30',	'15.54')	,1
(46,	'88.30',	'15.38')	,1
(47,	'87.30',	'15.21')	,1
(48,	'86.30',	'15.05')	,1
(49,	'85.30',	'14.88')	,1
(50,	'84.30',	'14.72')	,1
(51,	'83.30',	'14.55')	,1
(52,	'82.30',	'14.39')	,1
(53,	'81.30',	'14.22')	,1
(54,	'80.30',	'14.06')	,1
(55,	'79.30',	'13.89')	,1
(56,	'78.30',	'13.73')	,1
(57,	'77.30',	'13.56')	,1
(58,	'76.30',	'13.40')	,1
(59,	'75.30',	'13.23')	,1
(60,	'74.30',	'13.07')	,1
(61,	'73.30',	'12.90')	,1
(62,	'72.30',	'12.74')	,1
(63,	'71.30',	'12.57')	,1
(64,	'70.30',	'12.41')	,1
(65,	'69.30',	'45627.00')	,1
(66,	'68.30',	'12.08')	,1
(67,	'67.30',	'11.91')	,1
(68,	'66.30',	'11.75')	,1
(69,	'65.30',	'11.58')	,1
(70,	'64.30',	'11.42')	,1
(71,	'63.30',	'11.25')	,1
(72,	'62.30',	'11.09')	,1
(73,	'61.30',	'10.92')	,1
(74,	'60.30',	'10.76')	,1
(75,	'59.30',	'10.59')	,1
(76,	'58.30',	'10.43')	,1

```

(77, '57.30', '10.26'),
(78, '56.30', '10.10'),
(79, '55.30', '9.93'),
(80, '54.30', '9.77'),
(81, '53.30', '9.60'),
(82, '52.30', '9.44'),
(83, '51.30', '9.27'),
(84, '50.30', '9.11'),
(85, '49.30', '8.94'),
(86, '48.30', '8.78'),
(87, '47.30', '8.61'),
(88, '46.30', '8.45'),
(89, '45.30', '8.28'),
(90, '44.30', '8.12'),
(91, '43.30', '7.95'),
(92, '42.30', '7.79'),
(93, '41.30', '7.62'),
(94, '40.30', '7.46'),
(95, '39.30', '7.29'),
(96, '38.30', '7.13'),
(97, '37.30', '6.96'),
(98, '36.30', '6.80'),
(99, '35.30', '6.63'),
(100, '34.30', '6.47'),
(101, '33.30', '6.30'),
(102, '32.30', '6.14'),
(103, '31.30', '5.97'),
(104, '30.30', '5.81'),
(105, '29.30', '5.64'),
(106, '28.60', '5.10');
]
--]
--Индиксы-сохранения-таблиц]
--]
]
--]
--Индиксы-таблицы-time1 ]
--]
ALTER TABLE `time1` ]
ADD PRIMARY KEY (`id`);]
]
--]
--Индиксы-таблицы-time2 ]
--]
ALTER TABLE `time2` ]
ADD PRIMARY KEY (`id`);]
]
--]
--Индиксы-таблицы-time3 ]
--]
ALTER TABLE `time3` ]
ADD PRIMARY KEY (`id`);]
]
--]
--Индиксы-таблицы-time4 ]

```

```

--
ALTER TABLE `time4`
  ADD PRIMARY KEY (`id`);
--
--Имена-таблицы-`time5`
--
ALTER TABLE `time5`
  ADD PRIMARY KEY (`id`);
--
--
--AUTO_INCREMENT-для-создания-табл
--
--
--AUTO_INCREMENT-для-таблицы-`time1`
--
ALTER TABLE `time1`
  MODIFY `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,AUTO_INCREMENT=125;
--
--AUTO_INCREMENT-для-таблицы-`time2`
--
ALTER TABLE `time2`
  MODIFY `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,AUTO_INCREMENT=125;
--
--AUTO_INCREMENT-для-таблицы-`time3`
--
ALTER TABLE `time3`
  MODIFY `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,AUTO_INCREMENT=369;
--
--AUTO_INCREMENT-для-таблицы-`time4`
--
ALTER TABLE `time4`
  MODIFY `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,AUTO_INCREMENT=114;
--
--AUTO_INCREMENT-для-таблицы-`time5`
--
ALTER TABLE `time5`
  MODIFY `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,AUTO_INCREMENT=107;
/*!40101-SET-CHARACTER_SET_CLIENT=@OLD_CHARACTER_SET_CLIENT-*/;
/*!40101-SET-CHARACTER_SET_RESULTS=@OLD_CHARACTER_SET_RESULTS-*/;
/*!40101-SET-COLLATION_CONNECTION=@OLD_COLLATION_CONNECTION-*/;

```

Рисунок К.1 – Часть кода управления программного обеспечения автоматизированной системы управления сублимационной сушкой

```

1  -- phpMyAdmin SQL Dump
2  -- version 4.3.12
3  -- http://www.phpmyadmin.net
4  --
5  -- Хост: localhost
6  -- Время создания: Июл 02 2015 г., 07:52
7  -- Версия сервера: 5.5.35-33.0-Log
8  -- Версия PHP: 5.4.26
9
10 SET SQL_MODE = "NO_AUTO_VALUE_ON_ZERO";
11 SET time_zone = "+00:00";
12
13
14 /*!40101 SET @OLD_CHARACTER_SET_CLIENT=@@CHARACTER_SET_CLIENT */;
15 /*!40101 SET @OLD_CHARACTER_SET_RESULTS=@@CHARACTER_SET_RESULTS */;
16 /*!40101 SET @OLD_COLLATION_CONNECTION=@@COLLATION_CONNECTION */;
17 /*!40101 SET NAMES utf8 */;
18
19 --
20 -- База данных: `host1376664_sublim`
21 --
22
23 -----
24
25 --
26 -- Структура таблицы `time1`

```

Рисунок К.2 – Автоматизированный расчет температур этапа замораживания культивируемых грибов

```

310 -- Структура таблицы `time3`
311 --
312
313 CREATE TABLE IF NOT EXISTS `time3` (
314   `id` int(11) NOT NULL,
315   `davlenie` decimal(20,2) NOT NULL,
316   `vlagnost` decimal(20,2) NOT NULL
317 ) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=369 DEFAULT CHARSET=utf8 COMMENT='3-этап Температура постоянная минус 23';
318
319 --
320 -- Дамп данных таблицы `time3`
321 --
322
323 INSERT INTO `time3` (`id`, `davlenie`, `vlagnost`) VALUES
324 (1, '613.20', '62.40'),
325 (2, '612.20', '62.35'),
326 (3, '611.20', '62.30'),
327 (4, '610.20', '62.25'),
328 (5, '609.20', '62.20'),
329 (6, '6208.20', '62.15'),
330 (7, '607.20', '62.10'),
331 (8, '606.20', '62.05'),
332 (9, '605.20', '62.00'),
333 (10, '604.20', '61.95'),
334 (11, '603.20', '61.90'),
335 (12, '602.20', '61.85'),

```

Рисунок К.3 – Автоматизированный расчет температур сублимационной сушки культивируемых грибов

Использование регрессионного анализа при подсчете компонентных составляющих грибных композиций

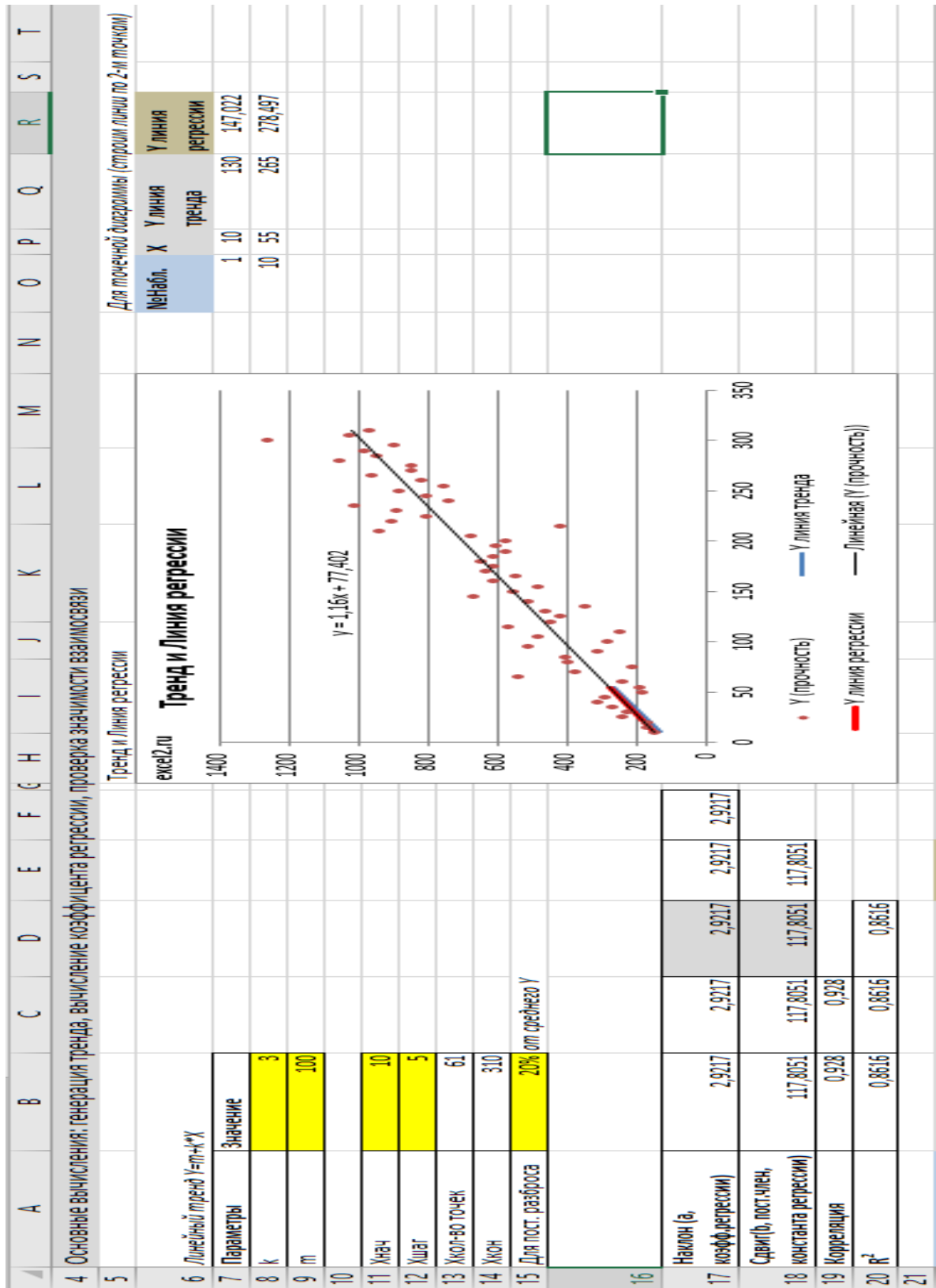


Рисунок Л.1 – Ход регрессионного анализа

Продолжение приложения Л

X (показатель)	Y (прочность)	Y тренд	Y линия регрессии	Остатки	Функция Тенденция
10	172,305	130	113,987	58,318	113,987
15	79,193	145	129,207	-50,014	129,207
20	128,108	160	144,427	-16,319	144,427
25	123,136	175	159,648	-36,511	159,648
30	134,369	190	174,868	-40,499	174,868
35	258,624	205	190,088	68,536	190,088
40	88,104	220	205,308	-117,204	205,308
45	88,618	235	220,528	-131,910	220,528
50	354,516	250	235,748	118,767	235,748
55	61,449	265	250,969	-189,519	250,969
60	252,493	280	266,189	-13,696	266,189
65	323,451	295	281,409	42,042	281,409
70	359,177	310	296,629	62,548	296,629
75	526,552	325	311,849	214,702	311,849
80	288,189	340	327,070	-38,881	327,070
85	395,471	355	342,290	53,181	342,290
90	306,927	370	357,510	-50,583	357,510
95	585,998	385	372,730	213,268	372,730

Регрессионная статистика							
Показатель	Значение	Альтернативные формулы		Результат функции ЛИНЕЙН()		Аргументы функции ЛИНЕЙН()	
n	61			1	2	{m;b;se;seb;r2;sey;F;df:ssreg:ssresid};	
Хсреднее	160,000			1	3,044037695	83,5466	a
Усреднее	570,593	570,593		2	0,186086397	33,9831	se
SST	5346436,675			3	0,819345669	127,9471	r2
SSR (ssreg)	4380580	4380579,736	4380579,7	4	267,5905653	59	F
SSE (ssresid)	965857	965856,9395	965857	5	4380579,736	965856,94	ssreg
sey (ст.ош.перп)	127,9470852	127,9470852					ssresid
se (наклон)	0,18609			Альтернативные формулы			
seb (сдвиг)	33,983			1	2		
F (знач.тест.стат.)	267,591			1	3,044037695	83,5466	
DF	59			2	0,186086397	33,9831	
R ²	0,8193			3	0,819345669	127,9471	
				4	267,5905653	59	
				5	4380579,736	965856,94	
$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST}$				Функция ЛИНЕЙН() введена как формула массива			
где				1	2		
$SSE = \sum (Y_j - \hat{Y}_j)^2$				1	3,044037695	83,5466	
и				2	0,186086397	33,9831	
$SST = \left(\sum Y_j^2 \right) - \frac{\left(\sum Y_j \right)^2}{n}$				3	0,819345669	127,9471	
				4	267,5905653	59	
				5	4380579,736	965856,94	

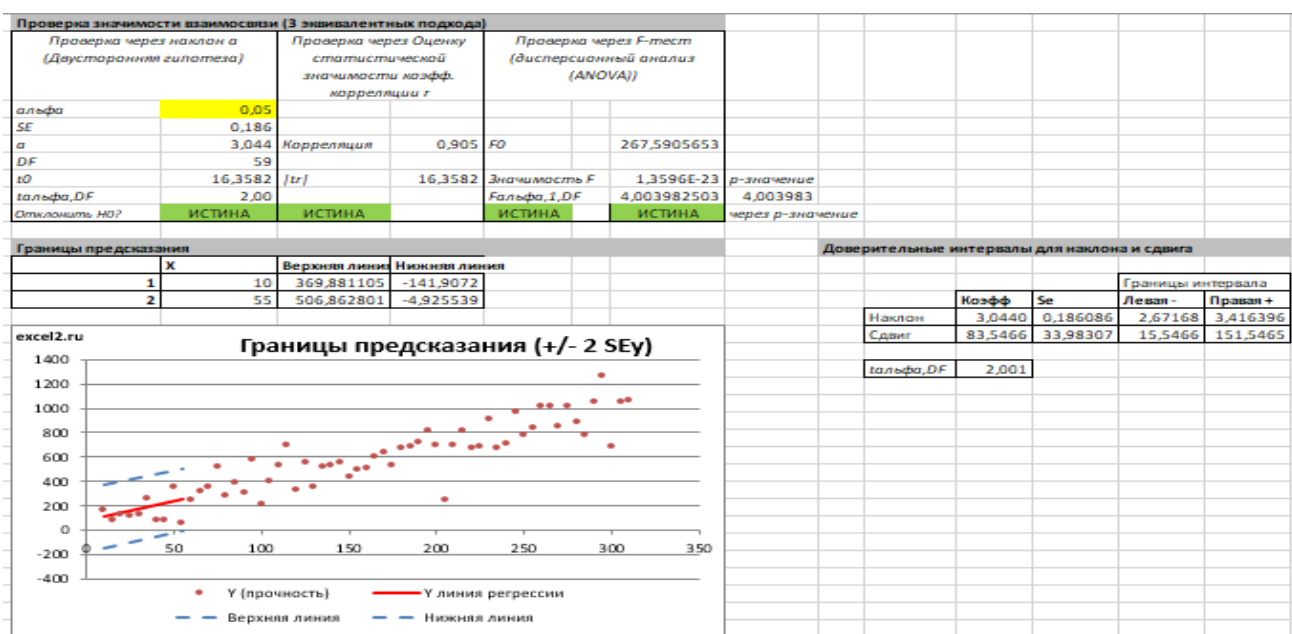


Рисунок Л.2 – Ход регрессионного анализа

Определение весовых параметров при составлении рецептов грибных композиций
согласно составленной математической модели

	A	B	C	D	E	F	G	
1	Ароматические вещества	Витамины С	Полисахариды (Бета-глюканы)	Белки	Аминокислоты	B		
2	1	1	1	1	1	100		
3	3,1	0,5	0,97	0,88	1,4	149,25		
4	1,6	1,2	2,7	1,33	0,9	155,71		
5	3,04	2,3	1,85	2,7	1,1	214,28		
6	2,4	1,98	1,05	1,32	0,07	133,35		
7	Заменяем 1-й столбец на вектор результатов B:							
8	100	1	1	1	1			
9	149,25	0,5	0,97	0,88	1,4			
10	155,71	1,2	2,7	1,33	0,9			
11	214,28	2,3	1,85	2,7	1,1			
12	133,35	1,98	1,05	1,32	0,07			
13	Заменяем 2-й столбец на вектор результатов B:							
14	1	100	1	1	1			
15	3,1	149,25	0,97	0,88	1,4			
16	1,6	155,71	2,7	1,33	0,9			
17	3,04	214,28	1,85	2,7	1,1			
18	2,4	133,35	1,05	1,32	0,07			
19	Заменяем 3-й столбец на вектор результатов B:							
20	1	1	100	1	1			
21	3,1	0,5	149,25	0,88	1,4			
22	1,6	1,2	155,71	1,33	0,9			
23	3,04	2,3	214,28	2,7	1,1			
24	2,4	1,98	133,35	1,32	0,07			
25	Заменяем 4-й столбец на вектор результатов B:							
26	1	1	1	100	1			
27	3,1	0,5	0,97	149,3	1,4			
28	1,6	1,2	2,7	155,7	0,9			
29	3,04	2,3	1,85	214,3	1,1			
30	2,4	1,98	1,05	133,4	0,07			
31	Заменяем 5-й столбец на вектор результатов B:							
32	1	1	1	1	100			
33	3,1	0,5	0,97	0,88	149,25			
34	1,6	1,2	2,7	1,33	155,71			
35	3,04	2,3	1,85	2,7	214,28			
36	2,4	1,98	1,05	1,32	133,35			
37	Аромат. вещ.	24						
38	Витамины С	17						
39	Полисахариды	21						
40	Белки	14						
41	Аминокислоты	24						
42	Сумма	100						
43								

Рисунок М.1 – Определение весовых параметров при составлении рецептуры
1 грибной композиции согласно составленной математической модели

Продолжение приложения М

	A	B	C	D	E	F	G	
1	Ароматические вещества	Витамины С	Полисахариды (Бета-глюканы)	Белки	Аминокислоты	B		
2	1	1	1	1	1	100		
3	1,16	0,56	3,8	0,5	1,84	148,82		
4	0,4	0,13	2,2	0,15	1,05	72,12		
5	1,7	0,55	3,1	1,1	0,77	150,15		
6	1,28	1,19	1,36	0,47	1,13	105,68		
7	Заменяем 1-й столбец на вектор результатов B:							
8	100	1	1	1	1			
9	148,82	0,56	3,8	0,5	1,84			
10	72,12	0,13	2,2	0,15	1,05			
11	150,15	0,55	3,1	1,1	0,77			
12	105,68	1,19	1,36	0,47	1,13			
13	Заменяем 2-й столбец на вектор результатов B:							
14	1	100	1	1	1			
15	1,16	148,82	3,8	0,5	1,84			
16	0,4	72,12	2,2	0,15	1,05			
17	1,7	150,15	3,1	1,1	0,77			
18	1,28	105,68	1,36	0,47	1,13			
19	Заменяем 3-й столбец на вектор результатов B:							
20	1	1	100	1	1			
21	1,16	0,56	148,82	0,5	1,84			
22	0,4	0,13	72,12	0,15	1,05			
23	1,7	0,55	150,15	1,1	0,77			
24	1,28	1,19	105,68	0,47	1,13			
25	Заменяем 4-й столбец на вектор результатов B:							
26	1	1	1	100	1			
27	1,16	0,56	3,8	148,8	1,84			
28	0,4	0,13	2,2	72,12	1,05			
29	1,7	0,55	3,1	150,2	0,77			
30	1,28	1,19	1,36	105,7	1,13			
31	Заменяем 5-й столбец на вектор результатов B:							
32	1	1	1	1	100			
33	1,16	0,56	3,8	0,5	148,82			
34	0,4	0,13	2,2	0,15	72,12			
35	1,7	0,55	3,1	1,1	150,15			
36	1,28	1,19	1,36	0,47	105,68			
37	Аромат. вещ.	28						
38	Витамины С	14						
39	Полисахариды	18						
40	Белки	25						
41	Аминокислоты	15						
42	Сумма	100						
43								
44								

Рисунок М.2 – Определение весовых параметров при составлении рецептуры грибной композиции согласно составленной математической модели

Продолжение приложения М

	A	B	C	D	E	F	G
Ароматическая масса		Витамин С	Полисахариды (Бета-глюканы)	Белки	Аминокислоты	В	
1	1	1	1	1	1	100	
1,34	3,2	2,14	0,57	0,03	149,25		
2,2	1,8	1,6	0,99	0,11	130		
3,5	2,1	2,7	2,3	0,04	197,7		
2,6	1,6	2,9	2,1	0,02	167,8		
Заменяем 1-й столбец на вектор результатов В:							
100	1	1	1	1			
149,25	3,2	2,14	0,57	0,03			
130	1,8	1,6	0,99	0,11			
197,7	2,1	2,7	2,3	0,04			
167,8	1,6	2,9	2,1	0,02			
Заменяем 2-й столбец на вектор результатов В:							
1	100	1	1	1			
1,34	149,25	2,14	0,57	0,03			
2,2	130	1,6	0,99	0,11			
3,5	197,7	2,7	2,3	0,04			
2,6	167,8	2,9	2,1	0,02			
Заменяем 3-й столбец на вектор результатов В:							
1	1	100	1	1			
1,34	3,2	149,25	0,57	0,03			
2,2	1,8	130	0,99	0,11			
3,5	2,1	197,7	2,3	0,04			
2,6	1,6	167,8	2,1	0,02			
Заменяем 4-й столбец на вектор результатов В:							
1	1	1	100	1			
1,34	3,2	2,14	149,3	0,03			
2,2	1,8	1,6	130	0,11			
3,5	2,1	2,7	197,7	0,04			
2,6	1,6	2,9	167,8	0,02			
Заменяем 5-й столбец на вектор результатов В:							
1	1	1	1	100			
1,34	3,2	2,14	0,57	149,25			
2,2	1,8	1,6	0,99	130			
3,5	2,1	2,7	2,3	197,7			
2,6	1,6	2,9	2,1	167,8			
Аромат. масс.		19					
Витамин С		25					
Полисахариды		16					
Белки		15					
Аминокислоты		25					
Сумма		100					

Рисунок М.3 – Определение весовых параметров при составлении рецептуры
3 грибной композиции согласно составленной математической модели

Метод CRC-карточек

(Class-Responsibility-Collaboration–класс–ответственность–сотрудничество) – метод совместного проектирования объектно-ориентированного программного обеспечения. Использован для выявления и организации ключевых компонентов системы на ранних этапах разработки, генерации идей по классам, определения ответственностей и выявления взаимодействий между объектами в работе информационной системы

CRC-карточка на класс DM_DataBase

Dm_DataBase	
Ответственность	Связи
Обеспечивает работу с базой данных	Используется всеми формами

CRC-карточка на класс DM_Document

DM_Document	
Ответственность	Связи
Организовывает формирование и выдачу документации	Используется формами loadform, planform, groupform, mapwizardform, orgprocessform

CRC-карточка на класс MainForm

MainForm	
Ответственность	Связи
Главный модуль, через который осуществляется диалог « система-пользователь»	Использует все формы

CRC-карточка на класс ViewObjectForm

ViewObjectForm	
Ответственность	Связи
Обеспечивает подготовку и просмотр информации в табличной форме	Использует DM_DataBase

CRC-карточка на класс InputObjectForm

InputObjectForm	
Ответственность	Связи
Отвечает за введения вспомогательных данных к базе данных	Использует DM_DataBase

CRC-карточка на класс GroupForm

GroupForm	
Ответственность	Связи
Обеспечивает работу с группой товаров	Использует DM_DataBase. Агрегирует MapWizardForm, WedomostForm

CRC-карточка на класс MapWizardForm

MapWizardForm	
Ответственность	Связи
Организовывает пошаговое заполнение и просмотр карточки с помощью мастера	Использует DM_DataBase. Агрегирует GroupForm

CRC-карточка на класс LoadForm

LoadForm	
Ответственность	Связи
Обеспечивает введение товарной нагрузки	Использует DM_DataBase, DM_Document, Агрегирует InputLoadForm

CRC-карточка на класс InputLoadForm

Inputstudyloadform	
Ответственность	Связи
Организовывает введение записей	Агрегирует LoadForm

CRC-карточка на класс PlanForm

PlanForm	
Ответственность	Связи
Обеспечивает введение торгового плана	Использует DM_DataBase, DM_Document, Агрегирует InputPlanForm

CRC-карточка на класс InputPlanForm

InputPlanForm	
Ответственность	Связи
Организовывает введение записи к торговому плану	Агрегируется с PlanForm, Агрегирует InputPlanCourseform

CRC-карточка на класс InputPlanCourseForm

InputPlanCourseForm	
Ответственность	Связи
Отвечает за введения распределения времени хранения по типам товаров	Агрегируется с InputPlanForm

CRC-карточка на класс OrgProcessForm

Orgprocessform	
Ответственность	Связи
Обеспечивает введение плана организации дальнейшей переработки	Использует DM_DataBase, DM_Document, Агрегирует InputOrgProcessForm

CRC-карточка на класс InputOrgProcessForm

InputOrgProcessForm	
Ответственность	Связи
Организовывает введение записи к плану организации переработки	Агрегирует OrgProcessForm

CRC-карточка на класс DocumentAskForm

DocumentAskForm	
Ответственность	Связи
Обеспечивает введение параметров документу, который нужно сформировать	Используется MainForm

CRC-карточка на класс GroupAskForm

GroupAskForm	
Ответственность	Связи
Обеспечивает введение нужной группы	Используется mainform

CRC-карточка на класс PasswordDlgForm

PasswordDlgForm	
Ответственность	Связи
Регистрация пользователей перед работой с базой данных	Используется MainForm

CRC-карточка на класс WedomostForm

WedomostForm	
Ответственность	Связи
Введение сведений по органолептике	Используется GroupForm

CRC-карточка на класс PreviewForm

PreviewForm	
Ответственность	Связи
Предыдущий просмотр сформированного документа	Используется формами LoadForm, PlanForm, GroupForm, MapWizardFrom, OrgProcessForm

CRC-карточка на класс SearchForm

SearchForm	
Ответственность	Связи
Обеспечивает введение параметров поиска нужной информации	Используется MainForm

CRC-карточка на класс SetupForm

SetupForm	
Ответственность	Связи
Настройки системы	Используется MainForm

Визуализация фрагментов работы автоматизированной информационной системы



Рисунок П.1 Фрагмент визуализации окна «Переменные партионные данные»

Требования к качеству шампиньона	
Не допускаются минеральные примеси и грибы с червоточинами	
Показатель	Шампиньон
Внешний вид	Плодовые тела целые, чистые, сухие, не мытые, здоровые, упругие, с подрезанными ножками, с незначительными механическими повреждениями, а не сморщенные, без видимых следов от опрыскивания
Окраска	Поверхность кремовато-серая, розоватая или темно-кремовая с различными оттенками в соответствии со штаммом (виду). Мякоть на разрезе – кремовато-белая, возможно с розовым оттенком
Спелость	Шляпка куполообразная немного уплощенная в центре. Пластинки – зубчатые и светло-серые
Размер, мм:	
– диаметр шляпки, не менее	30
– не более	70
– длина ножки, не более	30

Рисунок П.2 – Фрагмент визуализации окна «Требования к качеству»

Вопрос 1 из 5

Баллы за вопрос: 10 | Набрано баллов: 0 из 50

Внешний вид

- Грибы целые, чистые, сухие, не мытые, здоровые, упругие, ножки подрезанные или не подрезанные, с незначительными механическими повреждениями, не подмороженные; без видимых следов химических веществ от опрыскивания (пятна затёков на грибе). Покрывало плотное, прилегает к ножке гриба и краю шляпки
- Грибы целые, чистые, сухие, не мытые здоровые, упругие, ножки подрезанные или не подрезанные, с механическими повреждениями, не подмороженные; без видимых следов химических веществ от опрыскивания (пятна затёков на грибе). Покрывало частично прилегает к ножке гриба и края шляпки
- Грибы целые, чистые, не мытые, здоровые, слегка дряблые, ножки подрезанные или не подрезанные, с механическими повреждениями, подмороженные; без видимых следов химических веществ от опрыскивания (пятна затёков на грибе). Покрывало полностью отсутствует, или имеются его остатки

Назад Отправить

Рисунок П.3 – Фрагмент визуализации окна «Оценка внешнего вида»

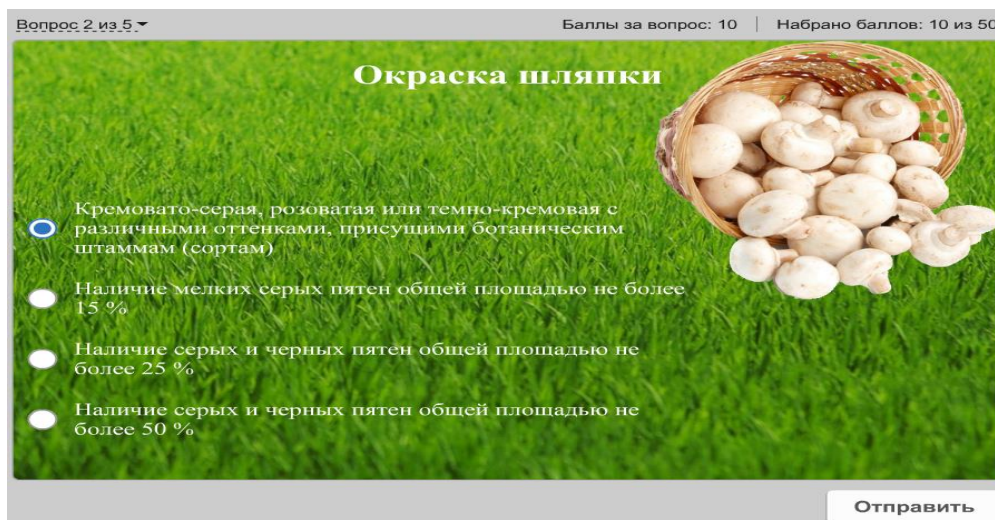


Рисунок П.4 – Фрагмент визуализации окна «Окраска шляпки»

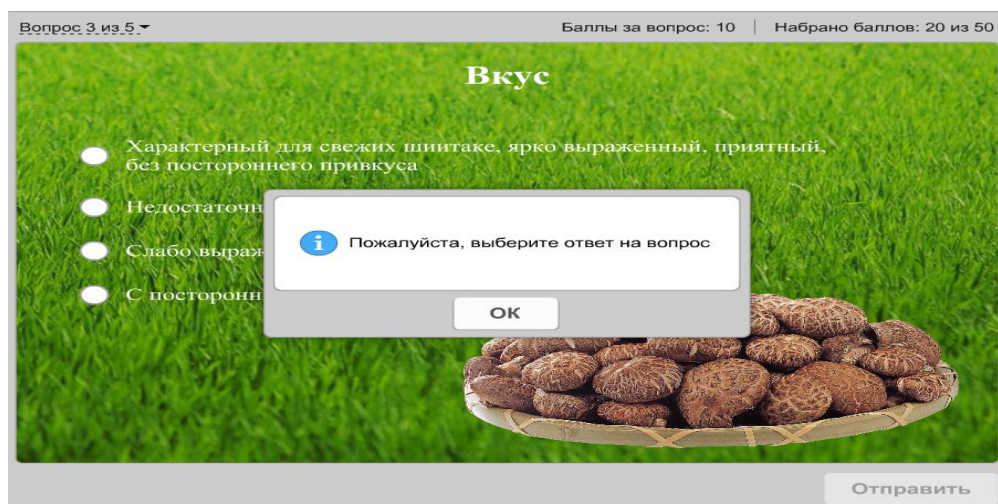


Рисунок П.5 – Фрагмент визуализации окна «Вкус»

Наименование показателя	Требования к качеству	Фактические данные зависимости от сроков хранения		
		свежие	через 3 дня	через 7 дней
Внешний вид	Грибы целые, чистые, сухие, немые здоровые, упругие, ножки подрезаны или никак подрезаны, с незначительными механическими повреждениями, не подмороженные; без видимых следов химических веществ от опрыскивания (пятна затёки). Покрывало плотное, прилегает к ножке гриба и края шляпки	Чистые, целые, упругие, с естественной увлажненностью, неподмороженные, гладкие, ножки подрезанные, без трещин и механических повреждений.	Целые, упругие, слегка увлажненные, гладкие, без трещин и незначительные трещины и вмятины. Покрывало не совсем целое и не прилегает к ножке	Целые, мягкие, увлажненные, гладкие, со следами от вмятин, небольшие трещины. Остатки покрывала или его отсутствие
Окраска поверхности шляпки	Кремовато-серая, розоватая или темно-кремовая с различными оттенками, присущими ботаническим штаммам (сортам)	От светло-серого до темно-серого с различными оттенками коричневого	От серого до темно-серого с различными оттенками серого	Серый с оттенками темно-серого и черного
Окраска мякоти шляпки на свежем разрезе	Кремовато-белая с розовым оттенком	Кремовая с потемнением к основанию шляпки	От кремового до коричневого с потемнением к основанию	Коричневый с потемнением к основанию
Вкус и запах	Характерный для свежих шампиньонов, без посторонних вкуса и запаха	Приятный, ярко выраженный, грибной, запах свежих грибов, без посторонних привкусов и запахов	Неярко выраженный, запах залежалости, вкус выраженный грибной, сладковатый	Отсутствие ярко выраженного грибного запаха, неприятный затхлый запах с примесью запаха гнили
Спелость	Шляпки закрытые, полусферические. Цвет пластинок с нижней стороны шляпки кремовый или бледно-бурый	Шляпки закрытые, полусферические	Шляпки закрытые, полусферические, к ножке гриба более коричневые	Шляпки открытые, полусферические, к ножке гриба более темные

На главную

Рисунок П.6 – Фрагмент визуализации окна «Изменение органолептических показателей в процессе хранения»



Рисунок П.7 – Фрагмент визуализации окна «Рекомендации по хранению и переработке»

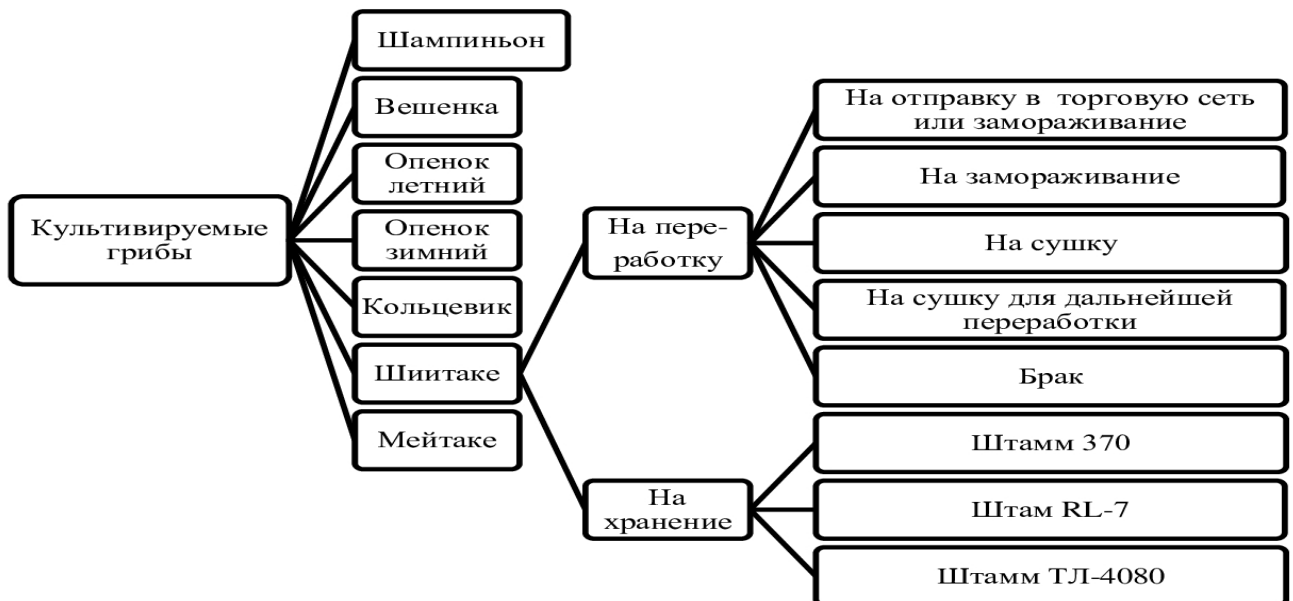


Рисунок П.8 – Алгоритм выборки этапов работы информационной системы по грибному продукту на примере шиитаке

Свидетельство о депонировании Информационной системы

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
Национальный фонд депонирования научных работ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о депонировании объектов
интеллектуальной собственности

Регистрационный номер: 1196

Вид объекта: Информационная система

Название объекта: Товароведная информационная система
по прогнозированию и дальнейшему использованию
свежих культивируемых грибов.

Автор: Медведкова Инна Игоревна

Дата депонирования: 20 ноября 2024 года.

В предоставленном электронном макете приведено описание информационной системы компьютеризированного метода учета культивируемых грибов, поступающих для дальнейшей переработки и продажи с целью оценки качества каждой партии грибов по отдельной органолептической шкале, получения рекомендации по дальнейшей переработке, хранению и реализации грибов, получения статистики по продажам и остаткам товаров, оперативного прогнозирования. Описание информационной системы дано на 76 страницах и состоит из следующих разделов: обоснование необходимости создания информационной системы; постановка задания на проектирование информационной системы; проектирование базы данных как структурной единицы информационной системы; разработка программы; разработка интерфейса пользователя; листинг программы. В листинге программы указаны 24 модуля программы и приведено описание модулей и форм.

Исполнительный директор



К.А.Бизенков

МОСКВА

Приложение Р.1. Справка о выполнении исследований с использованием материально-технической базы специализированной лаборатории Донецкого клинического территориального медицинского объединения

СПРАВКА

выдана к.т.н., доценту Медведковой И.И., доценту ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ» в том, что по теме диссертационного исследования «Научно-методологическое обоснование комплексного товароведно-технологического исследования качества и сохраняемости свежих и переработанных культивируемых грибов» в 2008 году и в 2012 году были проведены биохимические исследования культивируемых грибов в биохимической лаборатории Донецкого клинического территориального медицинского объединения (ДОКТМО).

Исследования проводились на оборудовании ДОКТМО по определению белкового, аминокислотного и жирнокислотного состава, количественного и качественного состава ферментов, углеводного, минерального комплекса и витаминов.

Главный врач ГБУ ДНР
«РКБ им. М.И. Калинина»
д.мед.н., профессор



И.А. Плахотников

Приложение Р.2. Справка о выполнении исследований с использованием материально-технической базы специализированной лаборатории ФГБУ «Донецкая лаборатория судебной экспертизы Министерства юстиции Российской Федерации»

СПРАВКА

выдана кандидату технических наук, доценту кафедры товароведения продовольственных товаров и экспертизы продукции сельского хозяйства ФГБОУ ВО Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского Медведковой Инне Игоревне о внедрении результатов научных исследований

Данный документ подтверждает, что доцентом кафедры товароведения продовольственных товаров и экспертизы продукции сельского хозяйства ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ» Медведковой И.И. были проведены биохимические исследования качества культивируемых грибов (определение азотистых веществ, водозэкстрагируемого белка, фракций белка, аминокислотный состав, активность ферментов, а также липопротеиды).

Работа проводилась по теме диссертационного исследования «Научно-методологическое обоснование комплексного товароведно-технологического исследования качества и сохраняемости свежих и переработанных культивируемых грибов» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы.

При исследованиях использовалась научно-методическая база ФГБУ «Донецкая лаборатория судебной экспертизы Министерства юстиции Российской Федерации».

Данные исследования применимы при проведении исследований пищевой продукции, в частности культивируемых грибов, в процессе производства судебных экспертиз в ФГБУ «Донецкая лаборатория судебной экспертизы Министерства юстиции Российской Федерации» по экспертной специальности 19.2. «Исследование продовольственных товаров, в том числе с целью определения их стоимости».

Директор
ФГБУ «Донецкая лаборатория
судебной экспертизы Министерства юстиции
Российской Федерации»



Л.Г. Бордюгов

Приложение С.1. Справка о внедрении результатов научных исследований
ФГБУ «Донецкая лаборатория судебной экспертизы
Министерства юстиции Российской Федерации»



МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ДОНЕЦКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ
МИНИСТЕРСТВА ЮСТИЦИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
(ФГБУ ДОНЕЦКАЯ ЛСЭ МИНЮСТА РОССИИ)
Дубравная улица, дом 1Б, город Донецк,
Донецкая Народная Республика, 283049,
телефон: +7 (856) 203-87-86,
e-mail: info@minjust-expert80.ru

ФГБОУ ВО Донецкий национальный
университет экономики и торговли
им. М. И. Туган-Барановского
(факультет маркетинга и торгового дела)

заведующей кафедрой товароведения
продовольственных товаров и экспертизы
продукции сельского хозяйства,
д.э.н., профессору

В. Д. Малыгиной

М. П. Л. С. М. № 4.2-10/449
На № _____ от _____

Уважаемая Валентина Дмитриевна!

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Донецкая лаборатория судебной экспертизы Министерства юстиции Российской Федерации» направляет справку о внедрении результатов научных исследований кандидата технических наук, доцента кафедры товароведения продовольственных товаров и экспертизы продукции сельского хозяйства Медведковой И. И.

Приложение: справка Медведковой И. И. на 1 л. в 3 экз.

Директор

С уважением

Л. Г. Бордюгов

Приложение С.2. Справка о внедрении результатов диссертационной работы
от Правительства Донецкой Народной Республики
Министерства Агропромышленной политики и продовольствия



**ПРАВИТЕЛЬСТВО
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ –
МИНИСТР
АГРОПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ**

бульвар Пушкина, 34, г. Донецк, 283050,
тел.+7 (856) 300-26-66 e-mail: info@pravdnr.ru

23.01.2025 № 521/П-25
на № _____ от _____

СПРАВКА

о внедрении результатов диссертационной работы
Медведковой Инны Игоревны «Научно-методологическое обоснование
комплексного товароведно-технологического исследования качества и
сохраняемости свежих и переработанных культивируемых грибов»
на соискание ученой степени доктора технических наук
по научной специальности 4.3.3. Пищевые системы

В диссертационной работе Медведковой И.И. проведено комплексное исследование качества и сохраняемости свежих культивируемых грибов различных видов и дано научное товароведно-технологическое обоснование направлений их дальнейшей эффективной переработки и рекомендации по оптимизации хранения.

Разработана информационная система компьютеризированного метода учёта 7 видов культивируемых грибов, поступающих для дальнейшей переработки и продажи с целью оценки качества каждой партии грибов по индивидуальной органолептической шкале, получения рекомендаций дальнейшей переработке, хранению и реализации грибов.

При большом разнообразии съедобных грибов в природе, в работе показана значимость для организма человека и для экономики культивируемых грибов, которые обладают целым рядом преимуществ перед естественно по родных, а именно: культивируемые грибы – продукт экологически чистый; исключается риск отравлений; их можно получать с заданными свойствами; производство является безотходным (использование остатков как удобрений в растениеводстве и кормовых добавок в животноводстве).

Особое внимание в диссертации уделено качеству и потребительским свойствам грибов с акцентом на их биологическую ценность и значения в питании человека. Уникальные свойства грибов проявляются в наличии в них большого количества белковых веществ, витаминов и разнообразии минеральных элементов, что позволяет определить их как основной сбалансированного рациона питания, дают организму ряд полезных питательных веществ и эффектов.

Богатый витаминный, ферментный состав и высокая антиоксидантная активность, пищевые волокна и минеральный комплекс грибов играют важную роль в улучшении иммунитета, уровней инсулина и холестерина крови, в снижении риска ожирения, диабета, сердечно-сосудистых заболеваний, блокируют образование канцерогенов, препятствуют злокачественным новообразованиям свидетельствуют в пользу грибов как иммуномодулятора, ценного продукта питания, и, прежде всего профилактического.

Отдельные виды грибов, например, шиитаке используют в лечебном и диетическом питании.

Всё сказанное позволяет утверждать особую роль грибов в жизни человека, в сельском хозяйстве и экономике региона в целом.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 00B4301B8D131D46A2D857A6A82483859F
Владелец **Крамаренко Артём Александрович**
Действителен с 04.04.2024 по 28.06.2025

А.А. Крамаренко

Приложение С.3. Благодарственное письмо за успешную апробацию результатов научно-исследовательских работ от Министерства промышленности и торговли Донецкой Народной Республики



**МИНИСТЕРСТВО
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
(МИНПРОМТОРГ ДНР)**

ЗАМЕСТИТЕЛЬ МИНИСТРА

ул. Розы Люксембург, 12А, г. Донецк,
283001, тел. +7 (856) 300-30-31,
e-mail: info@mpt-dnr.ru
<https://mpt.gov-dpr.ru/>

26.08.2026 № *04.01/6959-26*
на № _____ от _____

Медведковой И.И.

к.т.н., доценту, профессору
кафедры товароведения
продовольственных товаров
и экспертизы продукции
сельского хозяйства

imedinna@mail.ru

Уважаемая Инна Игоревна!

Министерство промышленности и торговли Донецкой Народной Республики выражает благодарность за успешную апробацию результатов научно-исследовательских работ в сегменте разработки и интеграции инновационных грибных продуктов для сети ресторанного бизнеса.

Реализация Ваших рекомендаций в ресторанах города Донецка будет способствовать формированию устойчивого спроса на высококачественную грибную продукцию и развитию новых кулинарных направлений в сети предприятий сферы услуг.

Ваши научные изыскания являются весомым вкладом в развитие индустрии питания, а предложенные практические решения имеют значение для повышения конкурентоспособности предприятий общественного питания и формирования культуры здорового питания.

С уважением,

Н.Ю. Козина

Приложение С.4. Справка о внедрении результатов выполнения диссертационной работы в учебный процесс ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ»



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Донецкий национальный университет экономики и
торговли имени Михаила Туган-Барановского»
(ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ»)
283050, Донецкая Народная Республика,
г. Донецк, ул. Щорса, д. 31
Тел.: +7 (856) 304-18-99
E-mail: info@donnuet.ru
ОКПО 75113940, ОГРН 1229300078567
ИНН/КПП 9303012996/930301001

26.02.2025г. № 23.02/389

На № _____ от _____

СПРАВКА

**о внедрении результатов выполнения диссертаций на соискание
ученой степени доктора технических наук
Медведковой Инны Игоревны
на тему «Научно-методологическое обоснование комплексного
товароведно-технологического исследования качества и сохраняемости
свежих и переработанных культивируемых грибов»
по научной специальности 4.3.3. Пищевые системы (технические науки)**

Настоящим подтверждаем, что полученные зависимости и закономерности, теоретические положения и практические результаты выполнения диссертационной работы позволили сформировать новые знания, используемые в учебном процессе при реализации дисциплин для подготовки бакалавров и магистров по следующим направлениям 38.03.07, 38.04.07 – «Товароведение», 35.03.07 – «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», при выполнении обучающимися курсовых работ, выпускных квалификационных работ.

Проректор по учебно-методической работе
ФГБОУ ВО «Донецкий национальный
университет экономики и торговли
имени Михаила Туган-Барановского»,
д.э.н., доцент



Л.В. Крылова

КОМПЛЕКТЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ
 Приложение У.1. ТУ «Грибы культивируемые и их смеси замороженные»
 и ТИ по производству

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
 «АГРОФИРМА «КУТЕЙНИКОВСКИЙ АГРОПРОДУКТ»

ОКПД2 10.39.11
 ОКП 916500

ОКС 67.080.20 (Группа Н 52)

УТВЕРЖДАЮ
 Генеральный директор
 ООО «Агрофирма «Кутейниковский агропродукт»
 А.С. Молчанов
 09 20 24 г.



**ГРИБЫ КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ
 И ИХ СМЕСИ ЗАМОРОЖЕННЫЕ ФАСОВАННЫЕ**

**Технические условия
 ТУ 10.39.11-001-49046947-2024**

Дата введения в действие – 08 . октября . 2024 г.

РАЗРАБОТАНО:
 Зав. кафедры товароведения продовольственных товаров
 и экспертизы продукции сельского хозяйства,
 д.э.н., профессор
 Малыгина В. Д.
 Зав. кафедры общинженерных дисциплин,
 д.т.н., профессор
 Соколов С. А.



Доцент кафедры товароведения продовольственных товаров
 и экспертизы продукции сельского хозяйства,
 к.т.н., доцент
 Медведкова И. И.

КАФЕДРА
 ТОВАРОВЕДЕНИЯ
 ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ
 И ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОДУКЦИИ
 СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ДНР, г. Донецк
 2024

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«АГРОФИРМА «КУТЕЙНИКОВСКИЙ АГРОПРОДУКТ»

ОКПД2 10.39.11
ОКП 916500

ОКС 67.080.20 (Группа Н 52)

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Агрофирма «Кутейниковский агропродукт»
А.С. Молчанов
2024 г.



ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
по производству грибов культивируемых
и их смесей замороженных фасованных

Технические условия
ТУ 10.39.11-001-49046947-2024

Дата введения в действие – 08.08.2024 г.

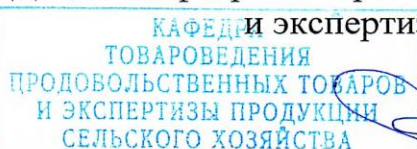
РАЗРАБОТАНО:

Зав. кафедры товароведения продовольственных товаров
и экспертизы продукции сельского хозяйства,
д.э.н., профессор
Малыгина В.Д.



Зав. кафедры общинженерных дисциплин,
д.т.н., профессор
Соколов С. А.

Доцент кафедры товароведения продовольственных товаров
и экспертизы продукции сельского хозяйства,
к.т.н., доцент
Медведкова И.И.



ДНР, г. Донецк
2024

Приложение Т.2. ТУ «Грибы культивируемые сушеные (опенок летний, опенок зимний)» и ТИ по производству

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«АГРОФИРМА «КУТЕЙНИКОВСКИЙ АГРОПРОДУКТ»

ОКПД2 10.39.13
ОКП 916420

ОКС 67.080.20 (Группа Н 52)

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Агрофирма «Кутейниковский агропродукт»
А.С. Молчанов
09 20 24 г.



**ГРИБЫ КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ СУШЕНЫЕ
(ОПЕНОК ЛЕТНИЙ, ОПЕНОК ЗИМНИЙ)**

**Технические условия
ТУ 10.39.13-001-49046947-2024**

Дата введения в действие – 09 . сентября .2024 г.

РАЗРАБОТАНО:

Зав. кафедры товароведения продовольственных товаров
и экспертизы продукции сельского хозяйства,
д.э.н., профессор
Малыгина В.Д.



Зав. кафедры инженерных дисциплин,
д.т.н., профессор
Соколов С. А.

Доцент кафедры товароведения продовольственных товаров
и экспертизы продукции сельского хозяйства,

КАФЕДРА
ТОВАРОВЕДЕНИЯ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ
И ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОДУКЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

к.т.н., доцент
Медведкова И.И.

ДНР, г. Донецк
2024

Приложение Т.3. ТУ «Грибы культивируемые сушеные (вешенка и шиитаке) и их композиции» и ТИ по производству

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«АГРОФИРМА «КУТЕЙНИКОВСКИЙ АГРОПРОДУКТ»

ОКПД2 10.39.13
ОКП 916420

ОКС 67.080.20 (Группа Н 52)

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Агрофирма «Кутейниковский агропродукт»
А.С. Молчанов
2024 г.



ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
по производству грибов культивируемых сушеных
(опенок летний, опенок зимний)
ТИ 10.39.13-001-49046947-2024

Дата введения в действие – 09. сентября 2024 г.

РАЗРАБОТАНО:

Зав. кафедры товароведения продовольственных товаров
и экспертизы продукции сельского хозяйства,

д.э.н., профессор
Малыгина В.Д.

Зав. кафедры общинженерных дисциплин,

д.т.н., профессор
Соколов С. А.

Доцент кафедры товароведения продовольственных товаров
и экспертизы продукции сельского хозяйства,

к.т.н., доцент
Медведкова И.И.

КАФЕДРА
ТОВАРОВЕДЕНИЯ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ
И ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОДУКЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«АГРОФИРМА «КУТЕЙНИКОВСКИЙ АГРОПРОДУКТ»

ОКПД2 10.39.13
ОКП 916450

ОКС 67.080.20 (Группа Н 52)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «Агрофирма «Кутейниковский агропродукт»
А.С. Молчанов
2024 г.



ГРИБЫ КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ СУШЕНЫЕ (ВЕШЕНКА, ШИИТАКЕ)
И ИХ КОМПОЗИЦИИ

Технические условия
ТУ 10.39.13-002-49046947-2024

Дата введения в действие – 04. сентября .2024 г.

РАЗРАБОТАНО:

Зав. кафедры товароведения продовольственных товаров
и экспертизы продукции сельского хозяйства,
д.э.н., профессор
Малыгина В.Д.



Зав. кафедры общинженерных дисциплин,
д.т.н., профессор
Соколов С. А.

Доцент кафедры товароведения продовольственных товаров
и экспертизы продукции сельского хозяйства,

КАФЕДРА
ТОВАРОВЕДЕНИЯ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ
И ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОДУКЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

к.т.н., доцент
Медведкова И.И.

ДНР, г. Донецк
2024

Технологическая инструкция к ТУ
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«АГРОФИРМА «КУТЕЙНИКОВСКИЙ АГРОПРОДУКТ»

ОКПД2 10.39.13
 ОКП 916450

ОКС 67.080.20 (Группа Н 52)

УТВЕРЖДАЮ
 Генеральный директор
 ООО «Агрофирма «Кутейниковский агропродукт»
 А.С. Молчанов
 «09» 30401882 * 2024 г.
 122937015

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
по производству грибов культивируемых сушеных (вешенка, шиитаке)
и их композиции
ТИ 10.39.13-002-49046947-2024

Дата введения в действие 09.09.2024 г.

РАЗРАБОТАНО:

Зав. кафедры товароведения продовольственных товаров
 и экспертизы продукции сельского хозяйства,
 д.э.н., профессор
 Малыгина В.Д.



Зав. кафедры общинженерных дисциплин,
 д.т.н., профессор
 Соколов С. А.

Доцент кафедры товароведения продовольственных товаров
 и экспертизы продукции сельского хозяйства,

КАФЕДРА
 ТОВАРОВЕДЕНИЯ
 ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ
 И ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОДУКЦИИ
 СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

к.т.н., доцент
 Медведкова И.И.

Акты результатов производственных испытаний

ООО «ПРОЛИВ»

119361, РФ, г. Москва, ул. Озёрная, дом 42,
помещение I, комната 22
ОГРН 1149102087353
ИНН / КПП 9111004818 / 772901001



р/счет 40702810238000095761
ПАО СБЕРБАНК
к/счет 30101810400000000225
БИК 044525225

e-mail: secretar.proliv@gmail.com

АКТ

о результатах производственных испытаний экспериментальной партии рыбных консервов с использованием в новом рецептурном составе продуктов грибоводства
«Пеленгас (кефаль) обжаренный в томатном соусе с грибами»

Комиссия в составе представителей ООО «Пролив» и ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского» составила настоящий акт о том, что в период с 05.09.2024г. по 07.09.2024 г. были проведены технологические испытания по производству и соответствия качества экспериментальной партии рыбных консервов с учетом нового рецептурного состава «Пеленгас (кефаль) обжаренный в томатном соусе с грибами», разработанного на базе кафедры товароведения продовольственных товаров и экспертизы продукции сельского хозяйства ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», согласно разработанным проектам технической документации ТУ «Грибы сушеные (опенок зимний, опенок летний)» и ТИ.

Техническим качественным результатом экспериментального образца продукта является снижение резкого рыбного запаха за счет дополнительного грибного вкуса и аромата получаемого целевого продукта.

Этот результат достигается тем, что в способе изготовления консервов «Пеленгас обжаренный в томатном соусе с грибами», предусматривающем подготовку рецептурных компонентов, измельчение репчатого лука, его смешивание с томатным пюре, сахаром, солью, перцем черным горьким, перцем душистым, гвоздикой, кориандром и лавровым листом, варку и добавление уксусной кислоты с получением соуса, резку, панирование в пшеничной муке и

Продолжение приложения У

обжаривание в растительном масле пеленгаса, фасовку пеленгаса и соуса, герметизацию и стерилизацию, в соус дополнительно вводят нарезанные полосками не тоньше 1 см кусочки (ножки грибов нарезают кружочками толщиной не больше 1 см) культивируемые опята (опенок зимний, опенок летний).

Для подтверждения указанного технического результата жестебанки №5, содержащие продукты, вскрывали и проводили оценку органолептических показателей качества по разработанной авторами дегустационной балловой шкале. Отмечено, что опытный продукт не имел резкого запаха рыбы, присутствовал легкий привкус и тонкий аромат грибов.

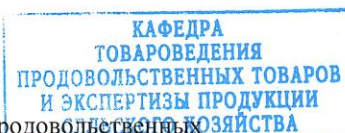
Таким образом, предлагаемый способ позволяет снизить неприятный и резкий запах пеленгаса, за счет введения в рецептуру грибного сырья получаемого целевого продукта.

ОТ ПРЕДПРИЯТИЯ:

Руководитель временной администрации
Начальник производственной лаборатории
Инженер-химик производственной лаборатории





А.А. Ильичев
С.Э. Газиева
Т.А. Степанова

ОТ УНИВЕРСИТЕТА:

Зав. кафедрой товароведения продовольственных товаров и экспертизы продукции сельского хозяйства,
д.э.н., профессор

доцент, к.т.н., доцент кафедры товароведения продовольственных товаров и экспертизы продукции сельского хозяйства

 В.Д. Малыгина
 И.И. Медведкова

ООО «ПРОЛИВ»

119361, РФ, г. Москва, ул. Озёрная, дом 42,
помещение I, комната 22

ОГРН 1149102087353

ИНН / КПП 9111004818 / 772901001



р/счет 40702810238000095761

ПАО СБЕРБАНК

к/счет 30101810400000000225

БИК 044525225

e-mail: secretar.proliv@gmail.com

АКТ

о результатах производственных испытаний экспериментальной партии рыбных консервов с использованием в новом рецептурном составе продуктов грибоводства «Рубленные рыбные тефтели с грибным сыром»

Комиссия в составе представителей ООО «Пролив» и ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского» составила настоящий акт о том, что в период с 05.09.2024г. по 07.09.2024 г. были проведены технологические испытания по производству и соответствия качества экспериментальной партии рыбных консервов с учетом нового рецептурного состава «Рубленные рыбные тефтели с грибным сыром», разработанного на базе кафедры товароведения продовольственных товаров и экспертизы продукции сельского хозяйства ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», согласно разработанным проектам технической документации ТУ «Грибы сушеные (вешенка, шиитаке) и их композиции» и ТИ.

Техническим качественным результатом экспериментального образца продукта является обогащение рыбного сырья повышенным содержанием биологически активных веществ, присущими грибному сырью в виде грибного порошка.

После измельчения на волчке твёрдых рецептурных компонентов, включающих рыбное филе (в данном случае сырьем выступало филе пеленгаса (кефали)), лук, манную крупу, поваренную соль, сухое молоко, яичный порошок, муку нута, морковь, абрикос и сахар, их куттеруют с одновременным введением предварительно растворённых в растительном масле газожидкостных экстрактов микроорганизмов, перца, мускатного ореха, гвоздики и петрушки, в полученный

полуфабрикат дополнительно вводят грибной порошок из культивируемой вешенки. Далее тефтели формуют из полученной массы, обжаривают в растительном масле, фасуют в потребительскую тару и заливают соусом или маринадом.

Для подтверждения указанного технического результата жестебанки №5, содержащие продукты, вскрывали и проводили оценку органолептических показателей качества по разработанной авторами дегустационной балловой шкале. По сравнению с наиболее близким аналогом полученные по предлагаемому способу тефтели имеют более нежную консистенцию, что, вероятно, объясняется лучшей влагоудерживающей способностью, более нежный вкус, отмечено, что экспериментальный продукт не имел резкого запаха рыбы, присутствовал легкий привкус и тонкий аромат грибов.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет получить новые рубленые рыбные тефтели с грибным сырьем с более сбалансированным составом питательных веществ, повышенным содержанием биологически активных веществ, за счет введения в рецептуру грибного сырья.

ОТ ПРЕДПРИЯТИЯ:

Руководитель временной администрации
Начальник производственной лаборатории
Инженер-химик производственной лаборатории



А.А. Ильичев
С.Э. Газиева
Т.А. Степанова

ОТ УНИВЕРСИТЕТА:

Зав. кафедрой товароведения
товаров и экспертизы продукции
д.э.н., профессор

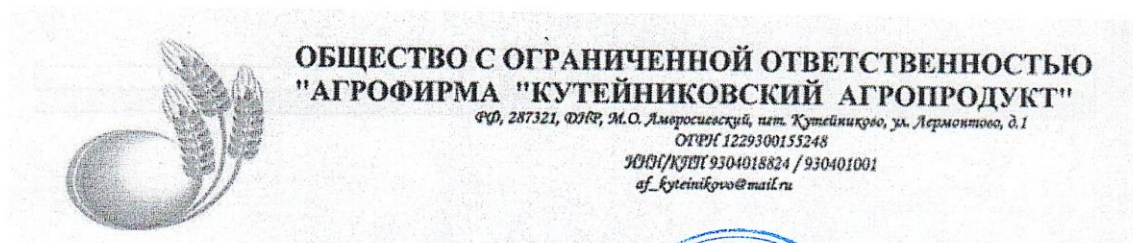


доцент, к.т.н., доцент кафедры товароведения
продовольственных товаров и
экспертизы продукции сельского хозяйства

В.Д. Малыгина

И.И. Медведкова

Технико-технологические карты
 ООО «Агрофирма «Кутейниковский агропродукт»



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
 ООО «Агрофирма «Кутейниковский агропродукт»
 А.С. Молчанов
 «04» _____ 2024 г.

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 1
Порошок ГРИБНАЯ МЕЛОДИЯ

Область применения

Настоящая технико-технологическая карта разработана в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и распространяется на порошок «Грибная мелодия», вырабатываемый объектом пищевой индустрии.

Требования к сырью

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления блюда должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.).

Для приготовления порошка «Грибная мелодия» используют следующее сырьё:

- грибы сушеные сублимированные «Шиитак» – ТУ «Грибы культивируемые сушеные (вешенка, шиитак» и их композиции» (ТУ 10.39.13-002-49046947-2024 и ТИ).

Рецептура

Продукты	Масса, г	
	Брутто	Нетто
Грибы сушеные сублимированные «Шиитак»	100	100
Выход	–	100

Технологический процесс

Грибы сушеные сублимированные «Шиитак» перемалывают в механической мельнице до мелкодисперсного размера.

Показатели качества и безопасности

Органолептические показатели качества

Внешний вид – характерный для данного блюда.

Цвет – характерный для входящих в состав изделия продуктов.

Вкус и запах – характерный для входящих в состав изделия продуктов без посторонних привкусов и запахов.

Микробиологические и физико-химические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное изделие соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза о безопасности пищевой продукции ТР ТС. 021/2011.

Пищевая и энергетическая ценность конечного продукта (от 200 г исходного сырья)

Белков	0,66 г	41 %
Жиров	0,2 г	12 %
Углеводов	0,75 г	47 %
Калорийность	6 ккал (25 кДж)	7 %



ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 2 Порошок ГРИБНОЙ САД

Область применения

Настоящая технико-технологическая карта разработана в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и распространяется на порошок «Грибной сад», вырабатываемый объектом пищевой индустрии.

Требования к сырью

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления блюда должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.).

Для приготовления порошка «Грибной сад» используют следующее сырьё:

- грибы сушеные сублимированные «Шиитаке» – (ТУ «Грибы культивируемые сушеные (вешенка, шиитаке) и их композиции» (ТУ 10.39.13-002-49046947-2024 и ТИ);
- грибы сушеные сублимированные «Шампиньоны».

Рецептура

Продукты	Масса, г	
	Брутто	Нетто
Грибы сушеные сублимированные «Шиитаке»	30	30
Грибы сушеные сублимированные «Шампиньоны»	70	70
Выход	–	100

Технологический процесс

Грибы сушеные сублимированные «Шиитаке» перемалывают в механической мельнице до мелкодисперсного размера. Грибы сушеные сублимированные «Шампиньоны» перемалывают в механической мельнице до мелкодисперсного размера. Полученные грибные порошки смешивают в пропорциях 3 к 7 (30 % – порошок «Шиитаке», 70 % – порошок «Шампиньоны»).

Показатели качества и безопасности

Органолептические показатели качества

Внешний вид – характерный для данного блюда.

Цвет – характерный для входящих в состав изделия продуктов.

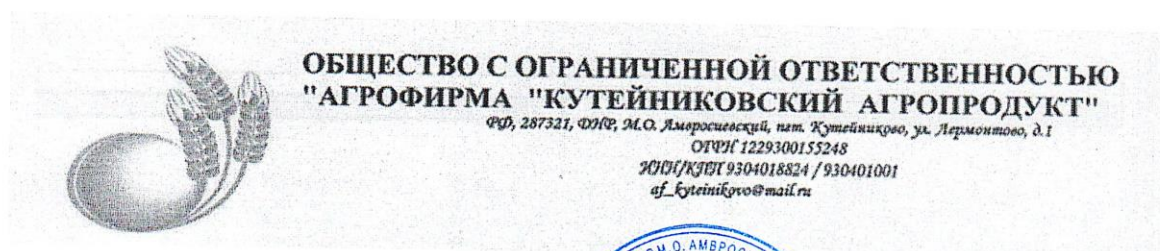
Вкус и запах – характерный для входящих в состав изделия продуктов без посторонних привкусов и запахов.

Микробиологические и физико-химические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное изделие соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза о безопасности пищевой продукции ТР ТС 021/2011.

Пищевая и энергетическая ценность конечного продукта (от 200 г исходного сырья – 140 г «Шампиньоны» и 60 г «Шиитаке»)

Белков	0,58 г	41 %
Жиров	0,25 г	12 %
Углеводов	0,78 г	47 %
Калорийность	6 ккал (25 кДж)	–



УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Агрофирма «Кутейниковский агропродукт»
А.С. Молчанов
«04» сентября 2014 г.

**ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 3
Соус ГОЛЛАНДЕЦ**

Область применения

Настоящая технико-технологическая карта разработана в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и распространяется на блюдо Соус «Голландец», вырабатываемое объектом пищевой индустрии.

Требования к сырью

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления блюда должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.).

Для приготовления соуса «Голландец» используют следующее сырьё:

- майонез – ГОСТ 30004.1-93;
- масло сливочное – ГОСТ Р 52969-2008;
- соль, обогащенная с пониженным содержанием натрия – ГОСТ Р 51574-2000;
- порошок грибной «Шампиньон + Шиитак» сублимированный – (ТУ «Грибы культивируемые сушеные (вешенка, шиитак) и их композиции» (ТУ 10.39.13-002-49046947-2024 и ТИ).);
- зелень – ГОСТ 16732-71;
- перец белый молотый – ГОСТ 29050-91.

Рецептура

Продукты	Масса, г	
	Брутто	Нетто
Майонез	100	100
Сливочное масло	5	5
Соль	0,25	0,25
Порошок грибной «Шампиньон + Шиитак»	10	10
Зелень	31	20
Перец белый	1	1
Выход	–	100

Технологический процесс

Зелень петрушки перебирают, промывают в большом количестве воды, мелко рубят. Порошок грибной «Шампиньон + Шиитак» перетирают с маслом сливочным, добавляют к майонезу, который нагревают, размешивают, заправляют солью, обогащенной с пониженным содержанием натрия, варят, при постоянном помешивании, в

течение 3–5 мин, процеживают, и вновь, помешивая, проваривают до загустения. Добавляют мелко рубленую зелень, заправляют специями, аккуратно перемешивают.

Подают соус «Голландец» к блюдам из овощей, мяса, рыбы или используют для приготовления запеченных рыбы, мяса, овощей и др.

Показатели качества и безопасности

Органолептические показатели качества

Внешний вид – характерный для данного блюда.

Цвет – характерный для входящих в состав изделия продуктов.

Вкус и запах – характерный для входящих в состав изделия продуктов без посторонних привкусов и запахов.

Микробиологические и физико-химические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное изделие соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза о безопасности пищевой продукции ТР ТС 021/2011.

Пищевая и энергетическая ценность

Белков	3,22 г	3 %
Жиров	12,08 г	14 %
Углеводов	6,35 г	2 %
Калорийность	152,8 ккал (630 кДж)	-



**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"АГРОФИРМА "КУТЕЙНИКОВСКИЙ АГРОПРОДУКТ"**

ФФ, 287321, ДНР, М.О. Амвросиевский, пгт. Кутейниково, ул. Лермонтова, д.1

ОГРН 1229300155248

ЮДИ/КУБИ 9304018824 / 930401001

af_kuteynikovo@mail.ru

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Агрофирма «Кутейниковский агропродукт»
А.С. Молчанов
« 2024 г.



**ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 4
Соус МАРСЕЛЬ**

Область применения

Настоящая технико-технологическая карта разработана в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и распространяется на блюдо Соус «Марсель», вырабатываемое объектом пищевой индустрии.

Требования к сырью

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления блюда должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.).

Для приготовления соуса «Марсель» используют следующее сырьё:

- сметана 15 % – ГОСТ 52092-2003;
- масло оливковое – ГОСТ Р 51074-2003;
- соль, обогащенная с пониженным содержанием натрия – ГОСТ Р 51574-2000;
- порошок грибной «Шиитаке» сублимированный – (ТУ «Грибы культивируемые сушеные (вешенка, шиитаке) и их композиции» (ТУ 10.39.13-002-49046947-2024 и ТИ).

Рецептура

Продукты	Масса, г	
	Брутто	Нетто
Сметана	100	100
Оливковое масло	5	5
Соль	0,25	0,25
Порошок грибной «Шиитаке»	10	10
Выход	–	100

Технологический процесс

Порошок грибной «Шиитаке» перетирают с маслом оливковым, добавляют к сметане, доведенной до кипения, размешивают, заправляют солью, обогащенной с пониженным содержанием натрия, варят, при постоянном помешивании, в течение 3–5 мин, процеживают, и вновь, помешивая, доводят до кипения.

Подают соус «Марсель» к блюдам из овощей, мяса, рыбы или используют для приготовления запеченных рыбы, мяса, овощей и др.

Показатели качества и безопасности

Органолептические показатели качества

Внешний вид – характерный для данного блюда.

Цвет – характерный для входящих в состав изделия продуктов.

Вкус и запах – характерный для входящих в состав изделия продуктов без посторонних привкусов и запахов.

Микробиологические и физико-химические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное изделие соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза о безопасности пищевой продукции ТР ТС 021/2011.

Пищевая и энергетическая ценность

Белков	2,16 г	3 %
Жиров	10,52 г	14 %
Углеводов	5,70 г	2 %
Калорийность	143,39 ккал (600 кДж)	–

ООО «Хуторок»

УТВЕРЖДАЮ

Директор (подпись) ФИО



ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 1
Порошок ГРИБНАЯ МЕЛОДИЯ

Область применения

Настоящая технико-технологическая карта разработана в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и распространяется на порошок «Грибная мелодия», вырабатываемый объектом пищевой индустрии.

Требования к сырью

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления блюда должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.).

Для приготовления порошка «Грибная мелодия» используют следующее сырьё:

- грибы сушеные сублимированные «Шиитак» – ТУ «Грибы культивируемые сушеные (вешенка, шиитак) и их композиции» (ТУ и ТИ прилагаются, разработчики: профессор В.Д. Малыгина, доцент И.И. Медведкова).

Рецептура

Продукты	Масса, г	
	Брутто	Нетто
Грибы сушеные сублимированные «Шиитак»	100	100
Выход	–	100

Технологический процесс

Грибы сушеные сублимированные «Шиитак» перемальвают в механической мельнице до мелкодисперсного размера.

Показатели качества и безопасности**Органолептические показатели качества**

Внешний вид – характерный для данного блюда.

Цвет – характерный для входящих в состав изделия продуктов.

Вкус и запах – характерный для входящих в состав изделия продуктов без посторонних привкусов и запахов.

Микробиологические и физико-химические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное изделие соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза о безопасности пищевой продукции ТР ТС. 021/2011.

Пищевая и энергетическая ценность конечного продукта (от 200 г исходного сырья)

Белков	0,66 г	41 %
Жиров	0,2 г	12 %
Углеводов	0,75 г	47 %
Калорийность	6 ккал (25 кДж)	7 %

УТВЕРЖДАЮ

Директор (подпись) ФИО



ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 2
Порошок ГРИБНОЙ САД

Область применения

Настоящая технико-технологическая карта разработана в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и распространяется на порошок «Грибной сад», вырабатываемый объектом пищевой индустрии.

Требования к сырью

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления блюда должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.).

Для приготовления порошка «Грибной сад» используют следующее сырьё:

- грибы сушеные сублимированные «Шиитаке» – (ТУ и ТИ прилагаются, разработчики: профессор В.Д. Малыгина, доцент И.И. Медведкова);
- грибы сушеные сублимированные «Шампиньоны».

Рецептура

Продукты	Масса, г	
	Брутто	Нетто
Грибы сушеные сублимированные «Шиитаке»	30	30
Грибы сушеные сублимированные «Шампиньоны»	70	70
Выход	–	100

Технологический процесс

Грибы сушеные сублимированные «Шиитаке» перемалывают в механической мельнице до мелкодисперсного размера. Грибы сушеные сублимированные «Шампиньоны» перемалывают в механической мельнице до мелкодисперсного размера. Полученные грибные порошки смешивают в пропорциях 3 к 7 (30 % – порошок «Шиитаке», 70 % – порошок «Шампиньоны»).

Показатели качества и безопасности

Органолептические показатели качества

Внешний вид – характерный для данного блюда.

Цвет – характерный для входящих в состав изделия продуктов.

Вкус и запах – характерный для входящих в состав изделия продуктов без посторонних привкусов и запахов.

Микробиологические и физико-химические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное изделие соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза о безопасности пищевой продукции ТР ТС 021/2011.

Пищевая и энергетическая ценность конечного продукта
(от 200 г исходного сырья – 140 г «Шампиньоны» и 60 г «Шиитаке»)

Белков	0,58 г	41 %
Жиров	0,25 г	12 %
Углеводов	0,78 г	47 %
Калорийность	6 ккал (25 кДж)	–

УТВЕРЖДАЮ

Директор (подпись) ФИО

30.09.2014



ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 3 Соус ГОЛЛАНДЕЦ

Область применения

Настоящая технико-технологическая карта разработана в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и распространяется на блюдо Соус «Голландец», вырабатываемое объектом пищевой индустрии.

Требования к сырью

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления блюда должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.).

Для приготовления соуса «Голландец» используют следующее сырьё:

- майонез – ГОСТ 30004.1-93;
- масло сливочное – ГОСТ Р 52969-2008;
- соль, обогащенная с пониженным содержанием натрия – ГОСТ Р 51574-2000;
- порошок грибной «Шампиньон + Шиитаке» сублимированный – (ТУ и ТИ прилагаются, разработчики: профессор В.Д. Малыгина, доцент И.И. Медведкова);
- зелень – ГОСТ 16732-71;
- перец белый молотый – ГОСТ 29050-91.

Рецептура

Продукты	Масса, г	
	Брутто	Нетто
Майонез	100	100
Сливочное масло	5	5
Соль	0,25	0,25
Порошок грибной «Шампиньон + Шиитаке»	10	10
Зелень	31	20
Перец белый	1	1
Выход	–	100

Технологический процесс

Зелень петрушки перебирают, промывают в большом количестве воды, мелко рубят. Порошок грибной «Шампиньон + Шиитаке» перетирают с маслом сливочным, добавляют к майонезу, который нагревают, размешивают, заправляют солью, обогащенной с пониженным содержанием натрия, варят, при постоянном помешивании, в течение 3–5 мин, процеживают, и вновь, помешивая, проваривают до загустения. Добавляют мелко рубленую зелень, заправляют специями, аккуратно перемешивают.

Подают соус «Голландец» к блюдам из овощей, мяса, рыбы или используют для приготовления запеченных рыбы, мяса, овощей и др.

Показатели качества и безопасности

Органолептические показатели качества

Внешний вид – характерный для данного блюда.

Цвет – характерный для входящих в состав изделия продуктов.

Вкус и запах – характерный для входящих в состав изделия продуктов без посторонних привкусов и запахов.

Микробиологические и физико-химические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное изделие соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза о безопасности пищевой продукции ТР ТС 021/2011.

Пищевая и энергетическая ценность

Белков	3,22 г	3 %
Жиров	12,08 г	14 %
Углеводов	6,35 г	2 %
Калорийность	152,8 ккал (630 кДж)	-

УТВЕРЖДАЮ

Директор *В. Д. Малыгина* *И. И. Медведкова* *А. А.*
 (подпись) ФИО
 30. 02. 2014г.

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 4
Соус МАРСЕЛЬ

Область применения

Настоящая технико-технологическая карта разработана в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и распространяется на блюдо Соус «Марсель», вырабатываемое объектом пищевой индустрии.

Требования к сырью

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления блюда должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.).

Для приготовления соуса «Марсель» используют следующее сырьё:

- сметана 15 % – ГОСТ 52092-2003;
- масло оливковое – ГОСТ Р 51074-2003;
- соль, обогащенная с пониженным содержанием натрия – ГОСТ Р 51574-2000;
- порошок грибной «Шиитаке» сублимированный – (ТУ и ТИ прилагаются, разработчики: профессор В.Д. Малыгина, доцент И.И. Медведкова).

Рецептура

Продукты	Масса, г	
	Брутто	Нетто
Сметана	100	100
Оливковое масло	5	5
Соль	0,25	0,25
Порошок грибной «Шиитаке»	10	10
Выход	–	100

Технологический процесс

Порошок грибной «Шиитаке» перетирают с маслом оливковым, добавляют к сметане, доведенной до кипения, размешивают, заправляют солью, обогащенной с пониженным содержанием натрия, варят, при постоянном помешивании, в течение 3–5 мин, процеживают, и вновь, помешивая, доводят до кипения.

Подают соус «Марсель» к блюдам из овощей, мяса, рыбы или используют для приготовления запеченных рыбы, мяса, овощей и др.

Показатели качества и безопасности

Органолептические показатели качества

Внешний вид – характерный для данного блюда.

Цвет – характерный для входящих в состав изделия продуктов.

Вкус и запах – характерный для входящих в состав изделия продуктов без посторонних привкусов и запахов.

Микробиологические и физико-химические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное изделие соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза о безопасности пищевой продукции ТР ТС 021/2011.

Пищевая и энергетическая ценность

Белков	2,16 г	3 %
Жиров	10,52 г	14 %
Углеводов	5,70 г	2 %
Калорийность	143,39 ккал (600 кДж)	–

ООО «Гурман»

ООО «Гурман»

Гурман

ДНР 83101, г. Донецк

ул. Ионова, 5.

Тел.: (062) 3817676

ИНН 9308004413

ОГРН 1229300026317

УТВЕРЖДАЮ

Директор


ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 1
Порошок ГРИБНАЯ МЕЛОДИЯ
Область применения

Настоящая технико-технологическая карта разработана в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и распространяется на порошок «Грибная мелодия», вырабатываемый объектом пищевой индустрии.

Требования к сырью

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления блюда должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.).

Для приготовления порошка «Грибная мелодия» используют следующее сырьё:

- грибы сушеные сублимированные «Шиитаке» – ТУ «Грибы культивируемые сушеные (вешенка, шиитаке) и их композиции» (ТУ и ТИ прилагаются, разработчики: профессор В.Д. Мальгина, доцент И.И. Медведкова).

Рецептура

Продукты	Масса, г	
	Брутто	Нетто
Грибы сушеные сублимированные «Шиитаке»	100	100
Выход	–	100

Технологический процесс

Грибы сушеные сублимированные «Шиитаке» перемалывают в механической мельнице до мелкодисперсного размера.

Показатели качества и безопасности**Органолептические показатели качества**

Внешний вид – характерный для данного блюда.

Цвет – характерный для входящих в состав изделия продуктов.

Вкус и запах – характерный для входящих в состав изделия продуктов без посторонних привкусов и запахов.

Микробиологические и физико-химические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное изделие соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза о безопасности пищевой продукции ТР ТС. 021/2011.

Пищевая и энергетическая ценность конечного продукта (от 200 г исходного сырья)

Белков	0,66 г	41 %
Жиров	0,2 г	12 %
Углеводов	0,75 г	47 %
Калорийность	6 ккал (25 кДж)	7 %

04/07-1

ООО «Гурман»

Гурман

ДНР 83101, г. Донецк
ул. Ионова, 5.
Тел.: (062) 3817676
ИНН 9308004413
ОГРН 1229300026317

УТВЕРЖДАЮ

Директор.....

(подпись)

ФИО



ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 2
Порошок ГРИБНОЙ САД

Область применения

Настоящая технико-технологическая карта разработана в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и распространяется на порошок «Грибной сад», вырабатываемый объектом пищевой индустрии.

Требования к сырью

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления блюда должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.).

Для приготовления порошка «Грибной сад» используют следующее сырьё:

- грибы сушеные сублимированные «Шиитаке» – (ТУ и ТИ прилагаются, разработчики: профессор В.Д. Малыгина, доцент И.И. Медведкова);
- грибы сушеные сублимированные «Шампиньоны».

Рецептура

Продукты	Масса, г	
	Брутто	Нетто
Грибы сушеные сублимированные «Шиитаке»	30	30
Грибы сушеные сублимированные «Шампиньоны»	70	70
Выход	–	100

Технологический процесс

Грибы сушеные сублимированные «Шиитаке» перемалывают в механической мельнице до мелкодисперсного размера. Грибы сушеные сублимированные «Шампиньоны» перемалывают в механической мельнице до мелкодисперсного размера. Полученные грибные порошки смешивают в пропорциях 3 к 7 (30 % – порошок «Шиитаке», 70 % – порошок «Шампиньоны»).

Показатели качества и безопасности**Органолептические показатели качества**

Внешний вид – характерный для данного блюда.

Цвет – характерный для входящих в состав изделия продуктов.

Вкус и запах – характерный для входящих в состав изделия продуктов без посторонних привкусов и запахов.

Микробиологические и физико-химические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное изделие соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза о безопасности пищевой продукции ТР ТС 021/2011.

Пищевая и энергетическая ценность конечного продукта
(от 200 г исходного сырья – 140 г «Шампиньоны» и 60 г «Шиитаке»)

04/ПТ-2

Белков	0,58 г	41 %
Жиров	0,25 г	12 %
Углеводов	0,78 г	47 %
Калорийность	6 ккал (25 кДж)	—

04/15-2

ООО «Гурман»

Гурман

ДНР 83101, г. Донецк

ул. Ионова, 5.

Тел.: (062) 3817676

ИНН 9308004413

ОГРН 1229300026317

УТВЕРЖДАЮ

Директор


ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 3
Соус ГОЛЛАНДЕЦ
Область применения

Настоящая технико-технологическая карта разработана в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и распространяется на блюдо Соус «Голландец», вырабатываемое объектом пищевой индустрии.

Требования к сырью

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления блюда должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.).

Для приготовления соуса «Голландец» используют следующее сырье:

- майонез – ГОСТ 30004.1-93;
- масло сливочное – ГОСТ Р 52969-2008;
- соль, обогащенная с пониженным содержанием натрия – ГОСТ Р51574-2000;
- порошок грибной «Шампиньон + Шиитаке» сублимированный – (ТУ и ТИ прилагаются, разработчики: профессор В.Д. Малыгина, доцент И.И. Медведкова);
- зелень – ГОСТ 16732-71;
- перец белый молотый – ГОСТ29050-91.

Рецептура

Продукты	Масса, г	
	Брутто	Нетто
Майонез	100	100
Сливочное масло	5	5
Соль	0,25	0,25
Порошок грибной «Шампиньон + Шиитаке»	10	10
Зелень	31	20
Перец белый	1	1
Выход	–	100

Технологический процесс

Зелень петрушки перебирают, промывают в большом количестве воды, мелко рубят. Порошок грибной «Шампиньон + Шиитаке» перетирают с маслом сливочным, добавляют к майонезу, который нагревают, размешивают, заправляют солью, обогащенной с пониженным содержанием натрия, варят, при постоянном помешивании, в течение 3–5 мин, процеживают, и вновь, помешивая, проваривают до загустения. Добавляют мелко рубленную зелень, заправляют специями, аккуратно перемешивают.

Подают соус «Голландец» к блюдам из овощей, мяса, рыбы или используют для приготовления запеченных рыбы, мяса, овощей и др.

Показатели качества и безопасности**Органолептические показатели качества**

Внешний вид – характерный для данного блюда.

Цвет – характерный для входящих в состав изделия продуктов.

Вкус и запах – характерный для входящих в состав изделия продуктов без посторонних привкусов и запахов.

Микробиологические и физико-химические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное изделие соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза о безопасности пищевой продукции ТР ТС 021/2011.

04/05-3

Пищевая и энергетическая ценность

Белков	3,22 г	3 %
Жиров	12,08 г	14 %
Углеводов	6,35 г	2 %
Калорийность	152,8 ккал (630 кДж)	-

04/05-3

ООО «Гурман»

Гурман

ДНР 83101, г. Донецк
ул. Ионова, 5.
Тел.: (062) 3817676
ИНН 9308004413
ОГРН 1229300026317

Директор ...



ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 4 Соус МАРСЕЛЬ

Область применения

Настоящая технико-технологическая карта разработана в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и распространяется на блюдо Соус «Марсель», вырабатываемое объектом пищевой индустрии.

Требования к сырью

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления блюда должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.).

Для приготовления соуса «Марсель» используют следующее сырье:

- сметана 15 % – ГОСТ 52092-2003;
- масло оливковое – ГОСТ Р 51074-2003;
- соль, обогащенная с пониженным содержанием натрия – ГОСТ Р 51574-2000;
- порошок грибной «Шиитаке» сублимированный – (ТУ и ТИ прилагаются, разработчики: профессор В.Д. Малыгина, доцент И.И. Медведкова).

Рецептура

Продукты	Масса, г	
	Брутто	Нетто
Сметана	100	100
Оливковое масло	5	5
Соль	0,25	0,25
Порошок грибной «Шиитаке»	10	10
Выход	–	100

Технологический процесс

Порошок грибной «Шиитаке» перетирают с маслом оливковым, добавляют к сметане, доведенной до кипения, размешивают, заправляют солью, обогащенной с пониженным содержанием натрия, варят, при постоянном помешивании, в течение 3–5 мин, процеживают, и вновь, помешивая, доводят до кипения.

Подают соус «Марсель» к блюдам из овощей, мяса, рыбы или используют для приготовления запеченных рыбы, мяса, овощей и др.

Показатели качества и безопасности

Органолептические показатели качества

Внешний вид – характерный для данного блюда.

Цвет – характерный для входящих в состав изделия продуктов.

Вкус и запах – характерный для входящих в состав изделия продуктов без посторонних привкусов и запахов.

Микробиологические и физико-химические показатели

04/07-4

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное изделие соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза о безопасности пищевой продукции ТР ТС 021/2011.

Пищевая и энергетическая ценность

Белков	2,16 г	3 %
Жиров	10,52 г	14 %
Углеводов	5,70 г	2 %
Калорийность	143,39 ккал (600 кДж)	—

04/05-4

ООО «Долио Успех»

УТВЕРЖДАЮ

Директор М.В. Свешнев М.В. Свешнев С.И. Свешнев
 (подпись) ФИО
 « 30.09.2024г. »

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 1
Порошок ГРИБНАЯ МЕЛОДИЯ

Область применения

Настоящая технико-технологическая карта разработана в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и распространяется на порошок «Грибная мелодия», вырабатываемый объектом пищевой индустрии.

Требования к сырью

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления блюда должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.).

Для приготовления порошка «Грибная мелодия» используют следующее сырьё:

- грибы сушеные сублимированные «Шиитаке» – ТУ «Грибы культивируемые сушеные (вешенка, шиитаке) и их композиции» (ТУ 10.39.11-766-37676459-2019 и ТИ прилагаются, разработчики: профессор В.Д. Малыгина, доцент И.И. Медведкова).

Рецептура

Продукты	Масса, г	
	Брутто	Нетто
Грибы сушеные сублимированные «Шиитаке»	100	100
Выход	–	100

Технологический процесс

Грибы сушеные сублимированные «Шиитаке» перемалывают в механической мельнице до мелкодисперсного размера.

Показатели качества и безопасности

Органолептические показатели качества

Внешний вид – характерный для данного блюда.

Цвет – характерный для входящих в состав изделия продуктов.

Вкус и запах – характерный для входящих в состав изделия продуктов без посторонних привкусов и запахов.

Микробиологические и физико-химические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное изделие соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза о безопасности пищевой продукции ТР ТС. 021/2011.

Пищевая и энергетическая ценность конечного продукта (от 200 г исходного сырья)

Белков	0,66 г	41 %
Жиров	0,2 г	12 %
Углеводов	0,75 г	47 %
Калорийность	6 ккал (25 кДж)	7 %

УТВЕРЖДАЮ

Директор  (подпись) ФИО
 30.09.2024 г.

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 2
Порошок ГРИБНОЙ САД

Область применения

Настоящая технико-технологическая карта разработана в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и распространяется на порошок «Грибной сад», вырабатываемый объектом пищевой индустрии.

Требования к сырью

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления блюда должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.).

Для приготовления порошка «Грибной сад» используют следующее сырьё:

- грибы сушеные сублимированные «Шиитаке» – (ТУ 10.39.11-766-37676459-2019 и ТИ прилагаются, разработчики: профессор В.Д. Малыгина, доцент И.И. Медведкова);
- грибы сушеные сублимированные «Шампиньоны».

Рецептура

Продукты	Масса, г	
	Брутто	Нетто
Грибы сушеные сублимированные «Шиитаке»	30	30
Грибы сушеные сублимированные «Шампиньоны»	70	70
Выход	–	100

Технологический процесс

Грибы сушеные сублимированные «Шиитаке» перемалывают в механической мельнице до мелкодисперсного размера. Грибы сушеные сублимированные «Шампиньоны» перемалывают в механической мельнице до мелкодисперсного размера. Полученные грибные порошки смешивают в пропорциях 3 к 7 (30 % – порошок «Шиитаке», 70 % – порошок «Шампиньоны»).

Показатели качества и безопасности

Органолептические показатели качества

Внешний вид – характерный для данного блюда.

Цвет – характерный для входящих в состав изделия продуктов.

Вкус и запах – характерный для входящих в состав изделия продуктов без посторонних привкусов и запахов.

Микробиологические и физико-химические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное изделие соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза о безопасности пищевой продукции ТР ТС 021/2011.

Пищевая и энергетическая ценность конечного продукта
(от 200 г исходного сырья – 140 г «Шампиньоны» и 60 г «Шиитаке»)

Белков	0,58 г	41 %
Жиров	0,25 г	12 %
Углеводов	0,78 г	47 %
Калорийность	6 ккал (25 кДж)	–

УТВЕРЖДАЮ

Директор *М.В. Сидорова* (подпись) *М.В. Сидорова* (ФИО)
 30.09.2024г.



ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 3
Соус ГОЛЛАНДЕЦ

Область применения

Настоящая технико-технологическая карта разработана в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и распространяется на блюдо Соус «Голландец», вырабатываемое объектом пищевой индустрии.

Требования к сырью

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления блюда должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.).

Для приготовления соуса «Голландец» используют следующее сырьё:

- майонез – ГОСТ 30004.1-93;
- масло сливочное – ГОСТ Р 52969-2008;
- соль, обогащенная с пониженным содержанием натрия – ГОСТ Р 51574-2000;
- порошок грибной «Шампиньон + Шиитак» сублимированный – (ТУ 10.39.11-766-37676459-2019 и ТИ прилагаются, разработчики: профессор В.Д. Малыгина, доцент И.И. Медведкова);
- зелень – ГОСТ 16732-71;
- перец белый молотый – ГОСТ 29050-91.

Рецептура

Продукты	Масса, г	
	Брутто	Нетто
Майонез	100	100
Сливочное масло	5	5
Соль	0,25	0,25
Порошок грибной «Шампиньон + Шиитак»	10	10
Зелень	31	20
Перец белый	1	1
Выход	-	100

Технологический процесс

Зелень петрушки перебирают, промывают в большом количестве воды, мелко рубят. Порошок грибной «Шампиньон + Шиитак» перетирают с маслом сливочным, добавляют к майонезу, который нагревают, размешивают, заправляют солью, обогащенной с пониженным содержанием натрия, варят, при постоянном помешивании, в течение 3–5 мин, процеживают, и вновь, помешивая, проваривают до загустения. Добавляют мелко рубленную зелень, заправляют специями, аккуратно перемешивают.

Подают соус «Голландец» к блюдам из овощей, мяса, рыбы или используют для приготовления запеченных рыбы, мяса, овощей и др.

Показатели качества и безопасности

Органолептические показатели качества

Внешний вид – характерный для данного блюда.

Цвет – характерный для входящих в состав изделия продуктов.

Вкус и запах – характерный для входящих в состав изделия продуктов без посторонних привкусов и запахов.

Микробиологические и физико-химические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное изделие соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза о безопасности пищевой продукции ТР ТС 021/2011.

Пищевая и энергетическая ценность

Белков	3,22 г	3 %
Жиров	12,08 г	14 %
Углеводов	6,35 г	2 %
Калорийность	152,8 ккал (630 кДж)	-

УТВЕРЖДАЮ

Директор *А.В. Вейс* (подпись) ФИО *Вейс Александр Александрович*

30.09.2024 г.



ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 4
Соус МАРСЕЛЬ

Область применения

Настоящая технико-технологическая карта разработана в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и распространяется на блюдо Соус «Марсель», вырабатываемое объектом пищевой индустрии.

Требования к сырью

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления блюда должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.).

Для приготовления соуса «Марсель» используют следующее сырье:

- сметана 15 % – ГОСТ 52092-2003;
- масло оливковое – ГОСТ Р 51074-2003;
- соль, обогащенная с пониженным содержанием натрия – ГОСТ Р 51574-2000;
- порошок грибной «Шиитаке» сублимированный – (ТУ 10.39.11-766-37676459-2019 и

ТИ прилагаются, разработчики: профессор В.Д. Малыгина, доцент И.И. Медведкова).

Рецептура

Продукты	Масса, г	
	Брутто	Нетто
Сметана	100	100
Оливковое масло	5	5
Соль	0,25	0,25
Порошок грибной «Шиитаке»	10	10
Выход	–	100

Технологический процесс

Порошок грибной «Шиитаке» перетирают с маслом оливковым, добавляют к сметане, доведенной до кипения, размешивают, заправляют солью, обогащенной с пониженным содержанием натрия, варят, при постоянном помешивании, в течение 3–5 мин, процеживают, и вновь, помешивая, доводят до кипения.

Подают соус «Марсель» к блюдам из овощей, мяса, рыбы или используют для приготовления запеченных рыбы, мяса, овощей и др.

Показатели качества и безопасности

Органолептические показатели качества

Внешний вид – характерный для данного блюда.

Цвет – характерный для входящих в состав изделия продуктов.

Вкус и запах – характерный для входящих в состав изделия продуктов без посторонних привкусов и запахов.

Микробиологические и физико-химические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное изделие соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза о безопасности пищевой продукции ТР ТС 021/2011.

Пищевая и энергетическая ценность

Белков	2,16 г	3 %
Жиров	10,52 г	14 %
Углеводов	5,70 г	2 %
Калорийность	143,39 ккал (600 кДж)	–