На правах рукописи

Дриль Анастасия Александровна

ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ПРОДУКЦИИ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ ПОЛУФАБРИКАТА ИЗ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ ВЕШЕНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Специальность 05.18.15 –
Технология и товароведение пищевых продуктов
функционального и специализированного назначения
и общественного питания

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Екатеринбург – 2020

Работа выполнена на кафедре технологии и организации пищевых производств ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор **Маюрникова Лариса Александровна** (Россия), заведующий кафедрой технологии и организации общественного питания ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Официальные оппоненты: **Верещагин Александр Леонидович** (Россия), доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии и экспертизы товаров Бийского технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова»

Власова Марина Валерьевна (Россия), кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры товароведения, экспертизы товаров и туризма ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет экономики и торговли»

Ведущая организация: АНОО ВО Центросоюза РФ «Сибирский университет потребительской кооперации»

Защита диссертации состоится 14 ноября 2020 г. в 10:00 на заседании диссертационного совета Д 212.287.02 при ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» по адресу: 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», зал диссертационных советов (ауд. 150).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет». Автореферат размещен на официальном сайте ВАК при Минобрнауки России: https://vak.minobrnauki.gov.ru и на сайте ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»: http://science.usue.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2020 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук, доцент О. В. Феофилактова

Общая характеристика работы

Актуальность. Одна из актуальных проблем технологического развития сферы питания заключается в расширении ассортимента продукции с высокими потребительскими свойствами на основе рационального и максимального использования имеющихся природных ресурсов. Наблюдается тенденция возрастания роли грибной продукции как следствие развития грибоводства в России и, в частности, в Сибирском регионе. Благодаря своим вкусовым качествам и полезным свойствам грибы представляются перспективным сырьем для производства полуфабрикатов и продукции общественного питания. Грибной вкус традиционен для многих регионов России, поэтому грибы используются при создании новых видов кулинарной продукции. Всесторонние научные исследования раскрывают потенциал грибов как источника полноценного белка, пищевых волокон, хитозана, β-глюканов, витаминов А, группы В, РР и D, макро- и микроэлементов и др.

Популярным родом культивируемого гриба в России является шампиньон, однако в последнее время предпочтение в производстве культивируемых грибов отдается вешенке обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*) благодаря более простой технологии ее выращивания и высокому содержанию в ней питательных веществ.

В связи с нарастанием объемов производства вешенки обыкновенной становятся все более актуальными вопросы ее сохранности и переработки, так как данное сырье является скоропортящимся. Отсутствует производственная система комплексной переработки вешенки обыкновенной, необходимость в которой назрела повсеместно, где культивируется этот вид грибов.

Традиционные способы сохранения и переработки вешенки, такие как консервирование, сушка и замораживание, представляются недостаточными для ее рационального использования в технологии продукции общественного питания. Необходимы технологии производства универсального полуфабриката, способного стать основой для широкого ассортимента продукции в трех направлениях его использования.

Степень изученности. Различными аспектами рассматриваемой проблемы в разное время занимались отечественные и зарубежные ученые. Так, В. И. Бакайтис, Н. И. Мячикова (Россия), А. Н. Капич и др. (Беларусь), А. Миронычева и др. (Украина), A. Dawidowicz и др. (Польша), R. Rambey и др. (Индонезия), M. Pavlík (Словакия), S. G. Jonathan и др. (Нигерия), F. S. Reis и др. (Португалия) рассматривали технологию выращивания и переработки вешенки.

Â. Fernandes и др. (Португалия) изучали влияние бета- и гамма-излучения на химический состав различных грибов, в том числе на содержание белков, аминокислот и витаминов. N. K. Kortei и др. (Гана) изучали влияние гамма-излучения на химический состав плодовых тел вешенки обыкновенной.

Т. В. Теплякова и др. (Россия), R. Cohen и др. (Израиль), A. M. Abdelazim (Египет), D. Gunawerdena и др. (Австралия), G. Ma (Китай), K. Piska, (Польша), B. Du и др. (Китай) изучали влияние на здоровье человека биологически активных веществ, содержащихся в плодовых телах и мицелии вешенки, и исследовали ее антиоксидантную активность.

В. А. Бочаров, И. А. Попов и др. (Россия), С. Гунько и др. (Украина), E.-K. Jo и др. (Республика Корея), H. G. Ramya (Индия), T. M. Ucar (Турция), A. R. M. Maray и др. (Египет), P. Kic (Чехия) изучали воздействие теплового излучения, низких температур, ферментативных процессов и способов консервации в целях пролонгации сроков хранения грибов.

Несмотря на разностороннее изучение свойств вешенки обыкновенной и технологий ее переработки, недостаточно уделено внимания процессу формирования потребительских свойств (ПС) продукции на основе вешенки на всех этапах: от сырья до реализации готовой продукции на потребительском рынке.

Цель: создание модели процесса формирования потребительских свойств продукции общественного питания на основе грибного сырья на примере вешенки обыкновенной.

Задачи:

1) изучить ПС шампиньона двуспорового и вешенки обыкновенной с целью установления перспективности использования последней в производстве пастообразного полуфабриката из вешенки обыкновенной как рецептурного компонента продукции общественного питания;

2) разработать модель формирования ПС продукции общественного питания на основе грибного сырья на примере вешенки обыкновенной;

3) разработать композиционную смесь загустителя с оптимальным соотношением ингредиентов для получения пастообразного полуфабриката из вешенки обыкновенной;

4) изучить влияние ионизирующего излучения на формирование ПС разрабатываемого пастообразного полуфабриката из вешенки обыкновенной;

5) изучить влияние ионизирующего излучения на микробиологические показатели пастообразного полуфабриката из вешенки обыкновенной в динамике, установить регламентируемые показатели, условия и сроки хранения;

6) на основе результатов математического моделирования и сравнительного анализа показателей качества исследуемых образцов разрабатываемой продукции общественного питания на основе полуфабриката из вешенки выбрать режимы и параметры технологии их производства, способствующие формированию высоких ПС готовой продукции;

7) разработать технологическую документацию для предприятий общественного питания на новые виды продукции с использованием полуфабриката из вешенки обыкновенной;

8) изучить потребительский спрос на разработанный ассортимент продукции общественного питания в реальных условиях рынка.

Научная новизна

Получены новые данные о химическом составе частей плодового тела культивируемой вешенки обыкновенной – шляпок и ножек. Показано, что белок ножек вешенки является более полноценным по сравнению с белком шляпок, что свидетельствует о преимуществах их использования в производстве полуфабрикатов и продукции общественного питания (*п. 2 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15*).

Разработана модель процесса формирования потребительских свойств продукции общественного питания на примере вешенки обыкновенной (*п. 2 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15*).

Предложено оптимальное соотношение ингредиентов композиционной смеси: крахмал тапиоковый, крахмал картофельный, мука рисовая и камедь ксантановая в соотношении 1:0,5:1:0,1, обладающей высокой эмульгирующей способностью (0,44 %) и высоким содержанием амилопектина (эластичностью) (79,29 %) (*п. 4 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15*).

Разработан способ производства пастообразного полуфабриката из ножек вешенки обыкновенной, основанный на одновременной механической и тепловой обработке сырья, позволяющей сократить потери массы от 6 до 10 %, снизить производственные затраты и добиться высоких реологических показателей готовой продукции: максимальное значение напряжения сдвига при градиенте сдвига 243 $с^{-1}$ составляет 450−560 Па, а эффективная вязкость находится в области значений ниже 40 Па·с при напряжении сдвига более 200 Па (*п. 4 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15*).

Установлено положительное влияние ионизирующего излучения на повышение содержания свободного белка и биологической ценности вешенки обыкновенной (показано, что при дозе облучения 6 кГр наблюдается повышение содержания белка в 2,6 раза по сравнению с белком в сырых грибах, в том числе содержание валина, изолейцина, лейцина, лизина, треонина и триптофана повышается на 25,0 %), а также на сроки годности разработанного полуфабриката из вешенки обыкновенной (показано, что обработанный полуфабрикат в течение 21 сут оставался микробиологически чистым) (*п. 4, 5 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15*).

Практическая значимость

Разработана технологическая документация на пастообразный полуфабрикат из вешенки обыкновенной: ТУ 10.39.17-040-26181223-2019 «Пастообразный полуфабрикат из вешенки обыкновенной. Технические условия», ТИ и ТУ 10.39.17-040-26181223-2019 «Пастообразный полуфабрикат из вешенки обыкновенной. Технологическая инструкция по производству».

На продукцию общественного питания с использованием пастообразного полуфабриката разработана нормативно-технологическая документация: 39 технико-технологических карт; стандарты организации СТО 68291575-021-2019 «Супы-пюре грибные на основе пастообразного полу-

фабриката из вешенки обыкновенной», СТО 68291575-022-2019 «Соусы грибные на основе пастообразного полуфабриката из вешенки обыкновенной», СТО 68291575-023-2019 «Изделия из рубленой массы с использованием пастообразного полуфабриката из вешенки обыкновенной».

Выработана опытно-промышленная партия разработанного полуфабриката в ООО ТПК «Лукошко» и продукции на предприятии питания ООО «Энергосервис НПЗ» для сотрудников предприятия ООО «Марс», которая прошла тестирование в реальных условиях.

Материалы диссертационной работы используются в учебном процессе на кафедре технологии и организации пищевых производств ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет».

Положения, выносимые на защиту:

– обоснование перспективности использования вешенки обыкновенной в производстве полуфабриката для общественного питания;

– модель формирования ПС продукции общественного питания на основе вешенки обыкновенной;

– состав композиционной смеси загустителей: крахмалы тапиоковый и картофельный, мука рисовая, камедь ксантановая в соотношении 37,5:20:40:2,5 на 100 г смеси, формирующий ПС продукции;

– результаты экспериментальных исследований положительного влияния ионизирующего облучения на сохраняемость, пищевую биологическую ценность вешенки сырой, вареной и разрабатываемого пастообразного полуфабриката.

Методология и методы исследования. В основу исследований положено моделирование процесса формирования потребительских свойств продукции общественного питания, включающее в себя все этапы от обоснования целесообразности проведения исследований, выбора и изучения сырья до производства и реализации готовой продукции, с получением новых знаний в виде технологий (режимов и параметров), способов и методов, механизмов, принципов и т. д.

В работе использовались стандартные и специальные методы: анализ, синтез, обобщение, математическое моделирование, маркетинговые исследования потребительских предпочтений.

Степень достоверности и апробация результатов. Основные результаты исследований представлены и обсуждены на научных конференциях: «Наука. Технологии. Инновации» (Новосибирск, 2017, 2018); «Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы» (Обнинск, 2018); «The 5th International Conference on Agricultural and Biological Sciences (ABS 2019)» (Макао, КНР, 2019).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 15 научных работ, в том числе 2 – в изданиях, индексируемых в наукометрических базах данных Web of Science и Scopus; 5 – в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий ВАК при Минобрнауки России, в которых

должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций; 1 монография. Получен 1 патент.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа изложена на 283 страницах, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и 17 приложений; включает 55 таблиц и 51 рисунок. Список литературы насчитывает 262 источника.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость работы.

В **первой главе** представлен аналитический обзор научно-технической литературы по теме диссертации. Дана общая характеристика вешенки обыкновенной, изучены технологии ее переработки, а также влияние способов обработки и ионизирующего излучения (ИИ) на грибную продукцию.

Во **второй главе** дано описание объектов и методов исследования. Схема экспериментальных исследований представлена на рисунке 1.

Исследования проводились в период с 2016 по 2019 г. Объектами исследования являлось грибное сырье четырех производителей; выработку экспериментальных образцов ППФВО проводили в ООО ТПК «Лукошко» (г. Новосибирск). Образцы сырья и полуфабриката обрабатывали ИИ в Институте ядерной физики СО РАН и Биотехнопарке Кольцово. Микробиологические испытания проводились в аккредитованном Испытательном центре Биотехнопарка Кольцово, физико-химические исследования – в Испытательном центре Управления РПН и Отделе в ветеринарного надзора и контроля Управления Россельхознадзора по Новосибирской области, лабораториях Института неорганической химии СО РАН, Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН.

Исследование потребительских предпочтений проведено на предприятии питания ООО «Энергосервис НПЗ» (г. Новосибирск).

В **третьей и четвертой главах** представлены результаты собственных исследований и их обсуждение.

Изучение ПС шампиньона двуспорового и вешенки обыкновенной с целью установления перспективности использования последней в производстве пастообразного полуфабриката

Проводили исследования показателей качества и химического состава (вода, белки и аминокислоты, жиры и жирные кислоты, углеводы, зола, макро- и микроэлементы, витамины) образцов вешенки обыкновенной производителей Новосибирской области. Сравнительный анализ результатов исследования пищевой и биологической ценности, биологической эффективности традиционно используемых шампиньонов и вешенки обыкновенной показал, что по ряду показателей вешенка не уступает, а по некоторым – превосходит шампиньон. Так, соотношение белков, жиров и углеводов в вешенке составляет 1:0,1:1,3, в шампиньонах – 1:0,2:0,9.

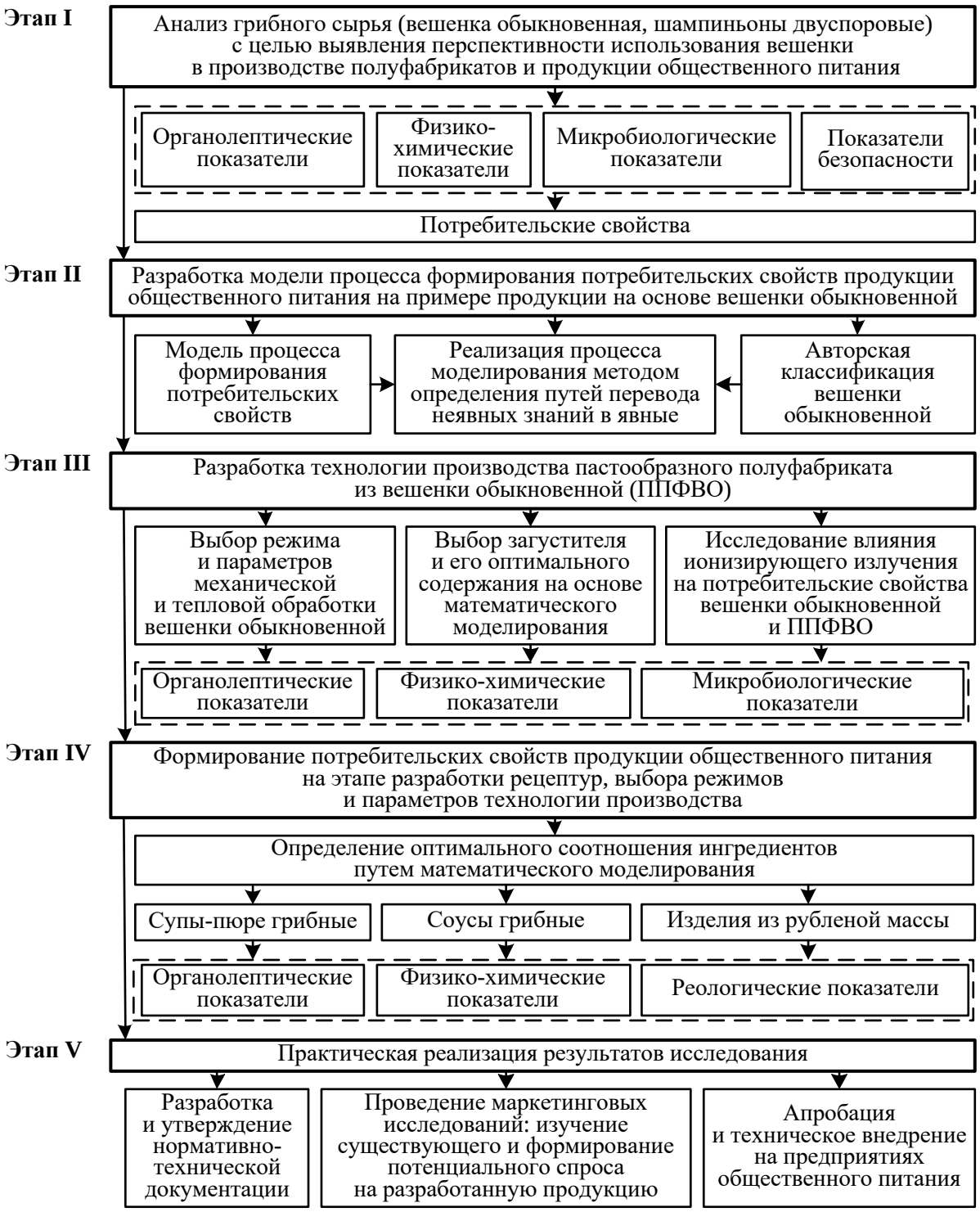

Рисунок 1 – Общая схема исследований

Из незаменимых аминокислот в вешенке преобладают валин (113,3 %), треонин (101,6 %) и триптофан (122,6 %); в шампиньоне двуспоровом – валин (121,5 %).

Преобладающей насыщенной жирной кислотой вешенки является пальмитиновая (163,69 мг на 1 г жира), из полиненасыщенных – линолевая (133,71 мг). Жирные кислоты шампиньона двуспорового представлены пальмитиновой (137,49 мг) и пальмитолеиновой (72,13 мг).

Значительных отличий в витаминном и минеральном составе образцов шампиньона двуспорового и вешенки не выявлено.

Установлена практически одинаковая способность образцов исследуемых грибов накапливать свинец: (0,16 ± 0,01) мг/кг у шампиньонов и (0,12 ± 0,01) мг/кг у вешенки при норме не более 0,5 мг/кг.

Дан сравнительный анализ ПС шампиньона двуспорового и вешенки обыкновенной. Выявленные недостатки в перечне ПС вешенки сформулированы как неявные знания.

Разработка модели процесса формирования потребительских свойств продукции общественного питания на основе грибного сырья на примере вешенки обыкновенной

Перевод неявных знаний в явные происходит путем накопления и использования практического опыта. Так как опыта в формировании потребительских свойств вешенки и продуктов ее переработки в научной литературе не обнаружено, перевод неявных знаний в явные осуществляли путем проведения экспериментальных исследований, анализа, обобщения и систематизации как собственного, так и имеющегося разрозненного опубликованного материала. Разработана модель формирования ПС новой продукции на основе грибного сырья, в основу которой положена классическая модель процесса научных исследований. Реализация модели формирования ПС новой продукции на основе грибного сырья представляет собой план экспериментальных исследований с задачами, инструментами для их решения и результатами (таблица 1).

Наряду с основными потребительскими свойствами, модель предусматривает пути формирования прочих ПС: эстетических, экономических, патентно-правовых, информационных, технологической пригодности и др.

Разработка композиционной смеси загустителя с оптимальным соотношением ингредиентов для получения пастообразного полуфабриката (ППФВО) из вешенки обыкновенной

Для выбора загустителя для ППФВО исследовали различные виды муки, крахмалов и композиционных смесей (КС) на основе модифицированных крахмалов. В результате сравнительного анализа различных видов загустителей принято решение о разработке КС из тапиокового и картофельного крахмала, рисовой муки и ксантановой камеди.

Таблица 1 – Пути формирования ПС продукции общественного питания из грибного сырья на примере вешенки обыкновенной на основе явных и неявных знаний

Потребительские свойства	Показатель	Недостатки (неявные знания)	Пути и методы перевода неявных знаний в явные	Новые знания в качестве процесса формирования ПС продукции на основе вешенки обыкновенной
1	*2*	*3*	*4*	*5*
Назначения				
Функционального	Пищевая ценность, биологическая ценность, биологическая эффективность	В процессе переработки пищевая ценность снижается; низкая усвояемость белка; ряд незаменимых аминокислот являются лимитирующими	Разработать щадящие режимы и параметры производства монопродукта в виде полуфабриката из вешенки; применить технологии, способствующие повышению усвояемости белка (измельчение, тепловая обработка, ИИ)	Технологии, механизмы, рекомендации, новая информация в виде нормативной и технологической документации
Социального	Состав, полнота насыщения потребительского рынка	Узкий ассортимент, отсутствуют полуфабрикаты высокой степени готовности	Разработать состав монопродукта для включения в рецептуры широкого ассортимента продукции общественного питания для разных групп населения; провести маркетинговые исследования рынка	Принципы, механизм формирования потребительского спроса
Классификационного	Стандартизированная или авторская классификация объекта исследования	Отсутствие классификации на вешенку обыкновенную	Разработать классификацию на вешенку и продукты переработки на ее основе	Классификация
Универсального	Состав полуфабриката, продукта и возможность использования в широком ассортименте готовой продукции	Отсутствие полуфабриката на региональном потребительском рынке	Разработать рецептуры полуфабриката как монопродукта для его широкого применения в общественном питании	Принципы, методология
Надежности				
Сохраняемости	Срок годности	Высокая влажность вешенки; краткосрочное хранение в свежем виде	Разработать технологии, способствующие сохранности (повышению срока годности) разработанных продуктов	Зависимости, алгоритм

Продолжение таблицы 1

1	*2*	*3*	*4*	*5*
Термо-лабильности	Сохранность нутриентов	Разрушение витаминов при хранении, транспортировке и температурной обработке	Подобрать упаковочный материал, способствующий сохранности нутриентов	Зависимость (причинно-следственная связь)
Эргономические				
Удобства	Высокая степень готовности	Отсутствие полуфабрикатов высокой степени готовности из вешенки обыкновенной	Разработать структуру монопродукта для удобного применения в приготовлении продукции общественного питания (супы, соусы, рубленые изделия)	Способ, метод
	Упаковка, удобство прочтения информации для потребителя, удобство использования упаковки	Разработана только упаковка для хранения полуфабриката в условиях производства (вакуумный полимерный пакет)	Модернизировать технологическую упаковку монопродукта в потребительскую, содержащую информацию для потребителя	Способ, метод
Условия выращивания	Доступность, простота	Спад плодоношения на последней волне	Подбирать и использовать новые субстраты для выращивания вешенки обыкновенной в сложившихся условиях	Технология
Психологические и психофизиологические				
Психологические	Гедонические – органолептические	Вкус и аромат менее выражены по отношению к лесным грибам	Использовать натуральные вкусо-ароматические добавки из сушеных лесных грибов в продукции общественного питания на основе полуфабриката из вешенки	Причинно-следственная связь
Психофизио-логические	Органолептические – грибной вкус			
Безопасности				
Санитарно-гигиенические показатели экологичности	Соответствие показателей требованиям НД; отсутствие вредного воздействия на окружающую среду технологии выращивания грибного сырья, упаковки	Способность накапливать опасные вещества из субстрата, в теплое время года на рынке реализуется продукция нелегального производства	При введении новых режимов, параметров и свойств разработанных продуктов установить ПДК и (или) регламентируемые показатели качества и безопасности	Новые понятия, информация в виде нормативной и технологической документации

На основании математического моделирования (таблица 2) получено оптимальное соотношение ингредиентов в КС – 1:0,5:1:0,1 соответственно. Фактором для выбора оптимальной КС стало максимальное содержание амилопектина.

Таблица 2 – Моделирование соотношения ингредиентов в КС по целям функции и реологическим свойствам

Реологические свойства (параметры)	Функции цели		
	Максимальная эмульгирующая способность	Макси-мальная вязкость	Максимальное содержание амилопектина (эластичность)
Эмульгирующая способность, %	0,46	0,36	0,44
Вязкость, мПа/с	15,85	19,24	14,31
Содержание амилопектина (эластичность), %	76,63	76,95	79,29
Количество ингредиентов на 100 г продукта, г			
Крахмал тапиоковый	40	20	37,5
Мука рисовая	20	35	40
Крахмал картофельный	35	40	20
Камедь ксантановая	5	5	2,5
Расчет цены от соотношения ингредиентов и цели функции			
Цена за 100 г, р.	24,95	24,13	22,05

Технологические свойства вешенки обыкновенной существенно зависят от содержания белков, пищевых волокон и воды. Это обусловливает различное поведение частей плодового тела гриба при кулинарной обработке.

На первом этапе приготовления ППФВО проводили отделение шляпок от друз. Далее подбирали технологические режимы тепловой обработки вешенки для получения полуфабриката:

– *способ 1:* тепловая обработка сырых частей плодового тела вешенки в пароконвектомате с последующим измельчением и соединением с загустителем;

– *способ 2:* измельчение сырых частей плодового тела вешенки с последующей тепловой обработкой и соединением с загустителем;

– *способ 3:* измельчение сырых частей плодового тела вешенки с их одновременной тепловой обработкой и соединением с загустителем.

Определяли потери массы частей плодового тела вешенки при разных способах обработки (таблица 3). Наименьшие потери установлены при способе 3, который затем использовали в технологии производства ППФВО.

На основании профильно-дескрипторного анализа внешнего вида, цвета и запаха вареных измельченных частей плодового тела вешенки установлено: измельченные шляпки образуют однородную более влажную массу, поскольку они имеют менее волокнистую структуру по сравнению с ножками, консистенция которых более плотная. Измельченные ножки обладают приятным ароматом по сравнению с резким запахом вареных шляпок, содержащих большое количество летучих веществ.

Таблица 3 – Потери массы плодового тела вешенки в зависимости от режимов и последовательности технологической обработки

Части тела гриба	Тепловая обработка в пароконвектомате при *T* = 130 °С в режиме «пар» и *t* = 40/50 мин (шляпки/ножки)			Тепловая обработка в пароконвектомате при *T* = 130 °С в режиме «пар/жар» и *t* = 30/40 мин (шляпки/ножки)		
	Масса, кг		Масса, кг	Масса, кг		Потери, %
	до обработки	до обработки		до обработки	после обработки	
Способ 1						
Шляпки	5,0 ± 0,02	3,55 ± 0,01	29,1 ± 3,2	5,0 ± 0,02	3,46 ± 0,01	30,9 ± 3,3
Ножки	5,0 ± 0,02	4,19 ± 0,01	16,2 ± 2,6	5,0 ± 0,02	4,11 ± 0,02	17,8 ± 2,6
Способ 2						
Шляпки	5,0 ± 0,02	3,93 ± 0,02	21,4 ± 2,9	5,0 ± 0,02	3,85 ± 0,02	23,1 ± 2,9
Ножки	5,0 ± 0,02	4,44 ± 0,01	11,3 ± 2,2	5,0 ± 0,02	4,34 ± 0,02	13,2 ± 2,8
Части тела гриба	Измельчение с одновременной тепловой обработкой в куттере при *T* = 150 °С и *t* = 20/30 мин (шляпки/ножки)			Измельчение с одновременной тепловой обработкой в куттере при *T* = 150 °С и *t* = 15/25 мин (шляпки/ножки)		
	Масса, кг		Потери, %	Масса, кг		Потери, %
	до обработки	после обработки		до обработки	после обработки	
Способ 3						
Шляпки	5,0 ± 0,02	4,42 ± 0,01	11,7 ± 2,4	5,0 ± 0,02	4,33 ± 0,01	13,5 ± 2,4
Ножки	5,0 ± 0,02	4,72 ± 0,01	5,6 ± 2,3	5,0 ± 0,02	4,63 ± 0,01	7,5 ± 2,2

Вареные измельченные шляпки вешенки имеют серый цвет, а вареные измельченные ножки – бежевый. Результаты анализа явились основанием выбора вареных измельченных ножек плодового тела вешенки в качестве основы для разработки ППФВО.

Проводили исследование влияния КС загустителя на свойства ППФВО. Смесь вносилась в количестве 6; 8 и 10 % от массы измельченных ножек вешенки в соответствии с принятым способом 3. Результаты органолептической оценки образцов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Органолептическая оценка ППФВО в зависимости от вносимого загустителя

Показатель	Содержание вносимого загустителя, %			
	0	6	8	10
Внешний вид	Однородная масса без посторонних включений			
Цвет	Темный серо-коричневый			
Консистенция	Однородная, сравнительно жидкая		Однородная, оптимально густая	Однородная, густая
Вкус	Грибной, выраженный, свойственный вешенке после тепловой обработки, без посторонних привкусов			
Запах	Свойственный вешенке после тепловой обработки, без посторонних запахов			

Результаты исследования реологических свойств ППФВО подтвердили, что внесение КС в количестве 8 % является оптимальным для получения требуемой консистенция полуфабриката.

Таким образом, оптимальными режимами и параметрами приготовления ППФВО в рамках способа 3 являются: измельчение ножек вешенки с их одновременной тепловой обработкой в куттере при температуре 150 °С в течение 30 мин с внесением КС в количестве 8 % от массы ножек грибов за 5−10 мин до окончания технологического процесса.

Влияние ионизирующего излучения на потребительские свойства пастообразного полуфабриката из вешенки обыкновенной

Для грибного сырья важным свойством является усвояемость белка. Изучали влияние ионизирующего излучения (ИИ) на биологическую ценность вешенки до и после тепловой обработки и ППФВО (рисунки 2 и 3, где номер образца соответствует дозе облучения в кГр, обозначение «К» – контрольные образцы, «С» – вешенка сырая, «В» – вешенка вареная, «ПФ» – полуфабрикат).

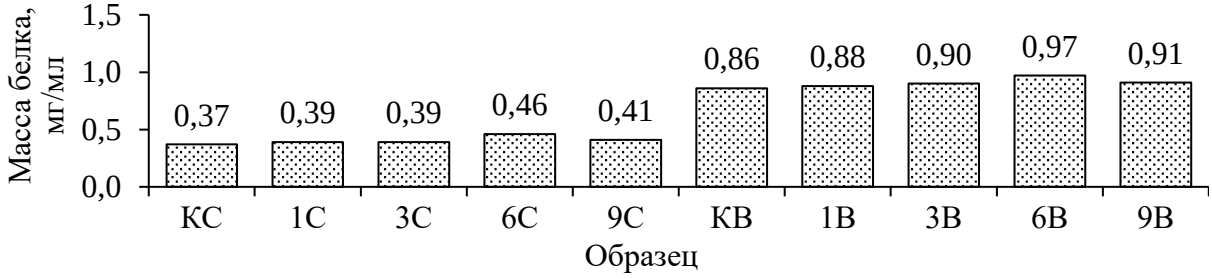

Рисунок 2 – Влияние ИИ на содержание свободного белка в вешенке обыкновенной до и после тепловой обработки

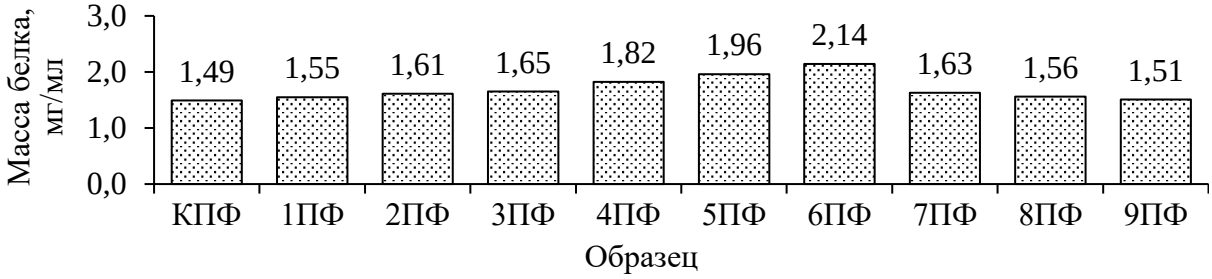

Рисунок 3 – Влияние ИИ на содержание свободного белка в ППФВО

Установлено, что содержание свободного белка в вареной вешенке на 0,4–0,6 мг/мл выше, чем в свежей. В ППФВО содержание свободного белка увеличивается на 0,65 мг/мл по сравнению с контролем при дозе облучения от 1 до 6 кГр. При увеличении дозы свыше 6 кГр наблюдается снижение количества белка практически до исходного значения (1,49 мг/мл), что, возможно, связано со сшиванием молекул под действием высоких доз ИИ.

После воздействия ИИ в образцах не наблюдается значительных изменений общей молекулярной массы белков, также оно существенно не влияет на молекулярные массы полипептидов.

Анализ аминокислотного скора образцов показал, что максимальный скор большинства незаменимых аминокислот (общий скор повышается на 11,5 % по отношению к контрольному образцу) наблюдается при дозе облучения 6 кГр, после чего наблюдается снижение скора.

Изучали влияние ИИ на микробиологические показатели ППФВО при тех же условиях. Рост КМАФАнМ, дрожжей и плесеней наиболее активно наблюдался в контрольном образце ППФВО и образцах, подвергнутых облучению в дозах 1 и 2 кГр, однако через 21 сут хранения КМАФАнМ не превышало допустимых значений. При дозах 3; 4 и 5 кГр содержание микроорганизмов снижалось и через 21 сут хранения не превышало допустимых значений. Наиболее значительное снижение числа микроорганизмов наблюдалось при дозах облучения 6 кГр и выше. Бактерии группы кишечной палочки (колиформы), *Escherichia coli* и патогенные микроорганизмы (в том числе сальмонеллы) не были обнаружены во всех образцах.

В целом воздействие ИИ на ППФВО в дозах 3–5 кГр можно считать положительным для содержания витаминов, повышения свободного белка, и продления сроков хранения.

Разработка моделей рецептур продукции общественного питания на основе пастообразного полуфабриката из вешенки обыкновенной

В рамках реализации модели процесса формирования ПС продукции для разработки были выбраны супы-пюре, соусы, изделия из рубленой массы (котлеты рыбные, тефтели мясные, биточки из мяса птицы) на основе разработанного ППФВО. Описание процесса формирования ПС проведено на примере супов-пюре. Функции цели – повышенная пищевая и биологическая ценность (для супов-пюре и соусов) и уменьшение энергетической ценности (для изделий из рубленой массы).

В форме балансовых уравнений система имела следующий вид (на примере супов-пюре с добавлением порошка сушеных вешенок, где $X_{1,\ldots,11}$ – масса *i*-го ингредиента, г):

$$5{,}7X_1 + 1{,}3X_2 + 1{,}5X_3 + 1{,}4X_4 + 0{,}5X_5 + 2{,}9X_6 + \\ +12{,}7X_7 + 2{,}4X_8 + 0X_9 + 34{,}1X_{10} + 0X_{11} = A;$$

$$0{,}4X_1 + 0{,}1X_2 + 0{,}6X_3 + 0{,}2X_4 + 82{,}5X_5 + 2{,}5X_6 + \\ +11{,}5X_7 + 3{,}5X_8 + 0X_9 + 4{,}2X_{10} + 0X_{11} = B;$$

$$12{,}4X_1 + 6{,}9X_2 + 10{,}1X_3 + 8X_4 + 0{,}8X_5 + 4{,}8X_6 + \\ +0{,}7X_7 + 25{,}8X_8 + 0X_9 + 38{,}2X_{10} + 0X_{11} = C.$$

Единица массы продукта составила 1000 г:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} = 1000.$$

Функция цели: $A + B + C \rightarrow \max$.

$$X_1 = 200; 300; 400;$$
$$20 < X_2 < 40;$$
$$5 < X_3 < 15;$$
$$5 < X_4 < 15;$$
$$5 < X_5 < 25;$$
$$15 < X_6 < 25;$$
$$150 < X_7 < 250;$$
$$X_8 = 200 \text{ (при } X_1 = 200); 100 \text{ (при } X_1 = 300); 0 \text{ (при } X_1 = 0);$$
$$300 < X_9 < 800;$$
$$15 < X_{10} < 35;$$
$$5 < X_{11} < 10;$$
$$1000 < X_{12} < 1200.$$

Сравнительный анализ образцов супов-пюре осуществляли дескрипторно-профильным методом (рисунок 4).

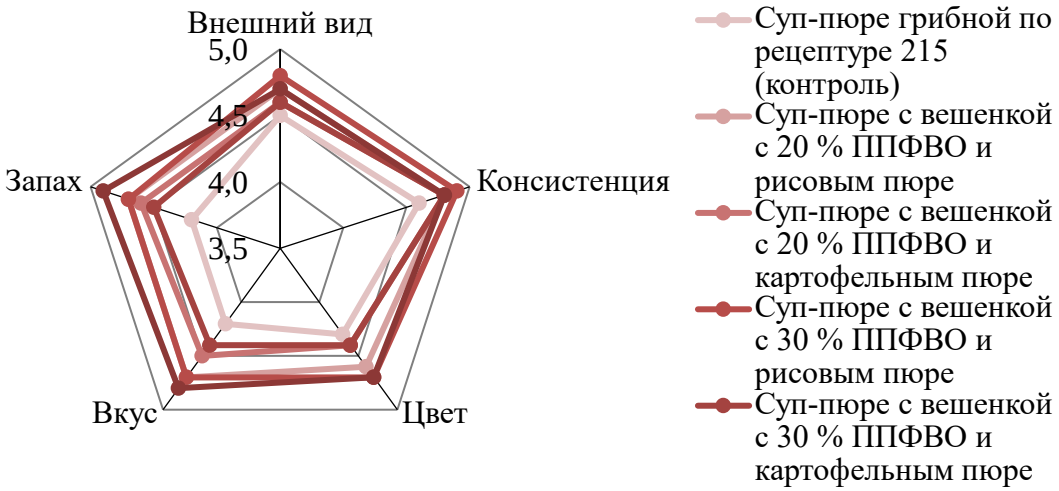

Рисунок 4 – Профилограмма органолептических показателей супов-пюре с сушеной вешенкой и различной дозировкой ППФВО

Наиболее высокие показатели отмечались в образцах супа-пюре с содержанием ППФВО 30 % и рисовым пюре и с содержанием ППФВО 40 %. При содержании ППФВО 20 % и увеличении содержания картофельного пюре грибной вкус и запах становятся менее выраженными.

Для определения реологических показателей исследовали напряжение супов-пюре в зависимости от градиента сдвига и от эффективной вязкости супов-пюре в сравнении с контрольным образцом (рисунки 5, 6).

С увеличением доли сдвиговой деформации напряжение сдвига увеличивается, а эффективная вязкость снижается и при напряжениях более 100 Па становится ниже 10 Па·с, что свидетельствует об увеличении вязкости и плотности образцов при увеличении содержания в них ППФВО.

Аналогично проведено моделирование рецептур супов-пюре с вешенкой, лисичками и белыми грибами с внесением ППФВО в количестве 20; 30 и 40 % от массы готовой продукции; соусов с теми же ингредиентами и внесением 30; 40 и 50 % ППФВО от массы готовой продукции; котлет рыбных, биточков из мяса птицы и тефтелей мясных с внесением 30; 40 и 50 % ППФВО от массы основного сырья.

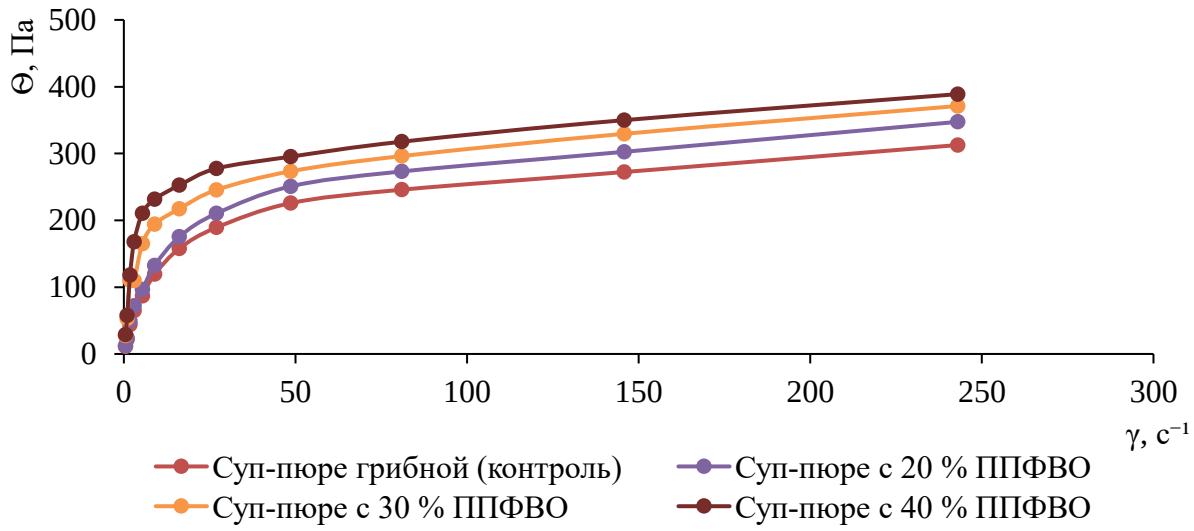

Рисунок 5 – Зависимость напряжения от градиента сдвига в образцах супов-пюре

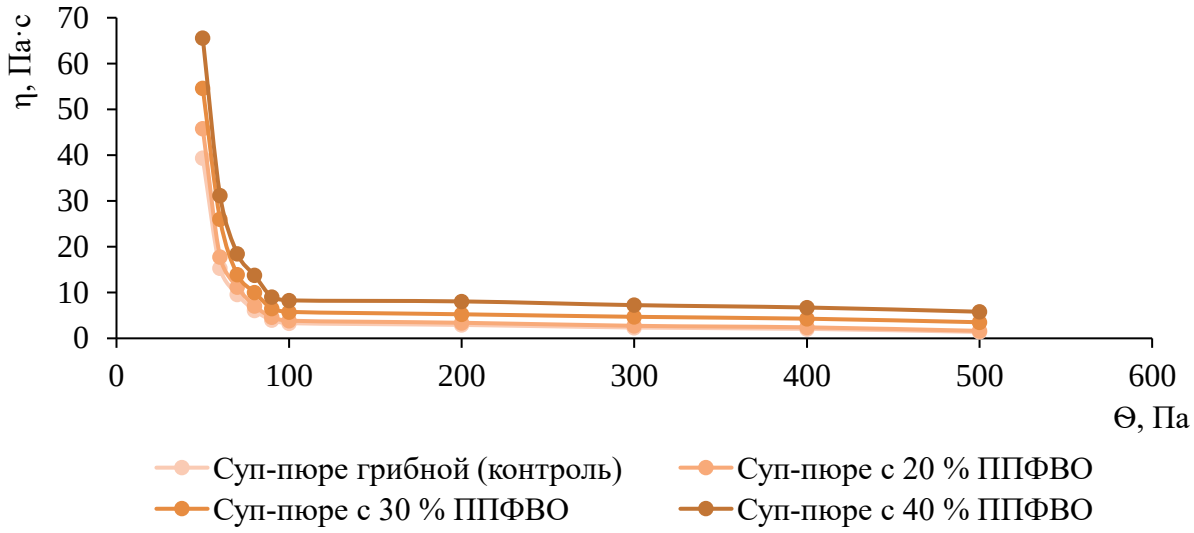

Рисунок 6 – Зависимость эффективной вязкости от напряжения в образцах супов-пюре

Установлено, что в разработанных образцах соусов на основе ППФВО повышается содержание белка от 150 до 250 %, витаминов (B_1, B_2, PP) – от 5 до 50 %, при этом содержание витамина B_2 в соусе с содержанием ППФВО 50 % – более чем в 1,5 раза, микроэлементов (Na, K, P, Fe) – от 1 до 50 %, в том числе содержание калия и железа в соусе с ППФВО 50 % – в 3,5 раза

по сравнению с контролем. Содержание указанных пищевых веществ возрастает при содержании ППФВО от 30 до 50 %. По результатам органолептических и реологических показателей, формирующих ПС соусов, наилучшим содержанием ППФВО в их рецептуре можно считать 50 %.

В изделиях из рубленой массы при замене фарша по отношению к контрольной рецептуре на ППФВО установлено снижение калорийности от 5 до 15 %. Выявлено повышение содержания витаминов А, B_2, РР – от 10 до 30 %, микроэлементов (K, P, Fe) – от 5 до 100 % и выше, пищевых волокон – в среднем в 2 раза. Внесение ППФВО в готовую продукцию способствует повышению плотности. На основании органолептических и реологических показателей фаршей и готовых изделий, формирующих ПС изделий из рубленой массы, оптимальным содержанием ППФВО в рецептуре фаршей можно считать 40 %.

Четвертая глава посвящена формированию потребительского спроса, который является результатом процесса формирования потребительских свойств новых продуктов. Изучение потенциального спроса проводили методами тестирования продукции и анкетирования респондентов в количестве 240 чел. в столовой ООО «Энергосервис НПЗ», обслуживающей работников ООО «Марс» (г. Новосибирск). Респондентам задавали вопросы о демографических характеристиках, вкусовых предпочтениях и готовности к дальнейшему потреблению грибной продукции. Результаты показали, что разработанный ассортимент продукции из вешенки обладает рыночным потенциалом: 56 % готовы потреблять не реже чем раз в неделю рубленые изделия, 53 % – соусы, 51 % – закуски и супы – 49 %.

Выводы

1. Изучены доброкачественность, пищевая ценность, биологическая ценность и биологическая эффективность, показатели безопасности шампиньона двуспорового и вешенки обыкновенной: по содержанию основных питательных веществ вешенка имеет либо схожие значения с шампиньоном, либо превосходит эти значения, представляя интерес для разработки новых видов продукции общественного питания.

2. Разработана модель формирования ПС продукции общественного питания на основе вешенки обыкновенной, представляющая собой процесс научных исследований в решении проблемы. Практическая реализация модели формирования ПС новой продукции на основе грибного сырья представляет собой алгоритмический план экспериментальных исследований для перевода неявных знаний в явные и получения реальных или ожидаемых результатов в виде новых знаний.

3. На основе математического моделирования разработана КС загустителя с рассчитанными параметрами эмульгирующей способности –

0,44 %, вязкости – 14,31 мПа/с и содержания амилопектина – 79,29 % как показателя эластичности, которые позволили получить ППФВО с заданными ПС.

4. Изучено влияние ИИ на содержание легкоусвояемого (свободного) белка, аминокислот и витаминов в вешенке сырой, вешенке вареной и ППФВО в зависимости от дозы ИИ, влияющей на ПС полуфабриката (пищевую и биологическую ценность). Выявлена тенденция увеличения содержания свободного белка и аминокислот при дозе 1–6 кГр в среднем на 10 %; содержание витаминов А, группы В, РР, D возрастает при дозах 1–3 кГр в среднем на 5 %.

5. Выявлена зависимость дозы ИИ и роста микроорганизмов в ППФВО. При увеличении дозы снижается их активность и, как следствие, увеличивается срок хранения полуфабриката при (4 ± 2) °С и влажности не более 75 % в вакуумных полиэтиленовых (LDPE) пакетах толщиной 90 мкм и размером 20×30 см. Показано, что доза 4 кГр позволяет добиться микробиологической чистоты до 21 сут; при повышении дозы с 5 кГр до допустимых 10 кГр имеется возможность увеличения сроков хранения.

6. Разработаны рецептуры супов-пюре с вешенкой, лисичками и белыми грибами с содержанием ППФВО 20; 30 и 40 %, соусов с теми же ингредиентами с содержанием ППФВО 30; 40 и 50 %; котлет рыбных, тефтелей мясных и биточков из мяса птицы с содержанием ППФВО 30; 40 и 50 %. Выбор оптимальных рецептурных компонентов продукции базировался на результатах математического моделирования, функцией цели которого являлся выбор образца из исходного множества решений с повышенной пищевой и биологической ценностью (для супов-пюре и соусов) и с уменьшением энергетической ценности (для изделий из рубленой массы) и сравнительном анализе показателей качества. Для изделий из рубленой массы оптимальным количеством полуфабриката можно считать 40 %, при котором достигается оптимальное соотношение органолептических, реологических показателей и цены изделий.

7. На продукцию на основе ППФВО разработаны технические условия, технологические инструкции, стандарты организации и технико-технологические карты, согласованные с предприятиями питания, на которых прошла апробация.

8. Потребительский спрос на разработанную продукцию изучали на потребителях предприятия питания – столовой ООО «Энергосервис НПЗ», обслуживающей рабочих и сотрудников предприятия ООО «Марс» в г. Новосибирске. Выявлен потенциальный спрос на разработанную продукцию общественного питания. 68 % респондентов высоко оценили органолептические свойства продукции; 45 % готовы употреблять ее раз в неделю и чаще.

Список опубликованных работ

Статьи в изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus

1. **Dril, A. A.** Development of sauce production technology based on cultivated oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm) / A. A. Dril, L. N. Rozhdestvenskaya, A. N. Sapozhnikov. – DOI: 10.1088/1755-1315/346/1/012064 // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 346. – URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/346/1/012064.

2. **Дриль, А. А.** Повышение биологической ценности белка и увеличение сроков хранения полуфабриката из вешенки обыкновенной методом электронной стерилизации / А. А. Дриль, Л. Н. Рождественская. – DOI: 10.21285/2227-2925-2019-9-3-500-508 // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2019. – Т. 9, № 3. – С. 500–508.

Статьи в изданиях, входящих в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий ВАК

3. **Дриль, А. А.** Комплексный подход к разработке технологии приготовления супов из вешенки обыкновенной / А. А. Дриль, А. Н. Сапожников // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2019. – № 10. – С. 153–159.

4. **Дриль, А. А.** Перспективы разработки продукции общественного питания на основе культивируемых грибов вешенка обыкновенная / А. А. Дриль, Л. А. Маюрникова, Л. Н. Рождественская. – DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2019.03.014 // Ползуновский вестник. – 2019. – № 3. – С. 71–81.

5. **Дриль, А. А.** Перспективы разработки технологии и рецептур грибных соусов на основе вешенки обыкновенной / А. А. Дриль. – DOI: 10.21603/2074-9414-2019-4-505-512 // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 4. – С. 505–512.

6. **Дриль, А. А.** Преимущества применения композиционных смесей загустителей в производстве пастообразного полуфабриката из вешенки обыкновенной / А. А. Дриль, Л. А. Маюрникова. – DOI: 10.29141/2500-1922-2019-4-4-1 // Индустрия питания. – 2019. – Т. 4, № 4. – С. 6–13.

7. **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. – DOI: 10.24411/0235-2486-2020-10016 // Пищевая промышленность. – 2020. – № 2. – С. 20–23.

Монография

8. **Дриль, А. А.** Разработка технологий и рецептур кулинарной продукции функционального назначения из культивируемой вешенки / А. А. Дриль, Л. Н. Рождественская // Разработка рецептур и технологий, оценка качества

и пищевой ценности продукции функционального и специализированного назначения : монография / под общ. ред. Л. Н. Рождественской. – Новосибирск : НГТУ, 2019. – Гл. 4. – С. 102–121.

Патенты

9. Патент № 2717662 Российская Федерация, МПК A23L 23/10, A23L 31/00. Способ производства сухого концентрата для супов-пюре на основе вешенки обыкновенной : № 2019135791 ; заявл. 06.11.2019 ; опубл. 24.03.2020 / **Дриль А. А.**, Сапожников А. Н.

Статьи и материалы в прочих изданиях

10. Калинина, М. С. Изучение влияния метода электронной стерилизации на структуру грибного сырья / М. С. Калинина, А. Е. Ахметжанова, А**. А. Дриль** // Наука. Технологии. Инновации : сб. науч. тр. : в 10 ч. – Новосибирск : НГТУ, 2017. – Ч. 7. – С. 671–673.

11. Ахметжанова, А. Е. Разработка нового ассортимента грибных супов на основе применения электронной стерилизации, организация его выработки и обеспечение безопасности / А. Е. Ахметжанова, **А. А. Дриль**, Л. Н. Рождественская // Наука. Технологии. Инновации : сб. науч. тр. : в 9 ч. – Новосибирск : НГТУ, 2018. – Ч. 7. – С. 615–618.

12. Гердт, В. А. Перспективные методы разработки технологии продукции на основе полуфабриката из вешенки культивируемой / В. А. Гердт, **А. А. Дриль**, Л. Н. Рождественская // Наука. Технологии. Инновации : сб. науч. тр. : в 9 ч. – Новосибирск : НГТУ, 2018. – Ч. 7. – С. 629–631.

13. Калинина, М. С. Разработка ассортимента грибных соусов на основе вешенки культивированной с применением метода электронной стерилизации / М. С. Калинина, **А. А. Дриль**, Л. Н. Рождественская // Наука. Технологии. Инновации : сб. науч. тр. : в 9 ч. – Новосибирск : НГТУ, 2018. – Ч. 7. – С. 641–645.

14. Рождественская, Л. Н. Использование электронной стерилизации при комплексной переработке культивированной вешенки / Л. Н. Рождественская, **А. А. Дриль** // Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы : сб. докл. междунар. науч.-практ. конф. – Обнинск : ВНИИРАЭ, 2018. – С. 225–228.

15. **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. 232–240.

16. Долина, К. С. Перспективы использования грибов рода вешенка обыкновенная в производстве изделий рубленой массы / К. С. Долина, **А. А. Дриль** // Наука. Технологии. Инновации : сб. науч. тр. : в 9 ч. – Новосибирск : НГТУ, 2019. – Ч. 7. – С. 681–685.